

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
19. April 2001 (19.04.2001)

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
PCT
WO 01/27496 A1

(51) Internationale Patentklassifikation⁷: F16H 3/66

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP00/09993

(22) Internationales Anmeldedatum:
11. Oktober 2000 (11.10.2000)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
199 49 507.6 14. Oktober 1999 (14.10.1999) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme
von US): ZF FRIEDRICHSHAFEN AG [DE/DE]; 88038
Friedrichshafen (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): ZIEMER, Peter
[DE/DE]; Moosstrasse 14, 88069 Tettnang (DE).

(74) Gemeinsamer Vertreter: ZF FRIEDRICHSHAFEN
AG; 88038 Friedrichshafen (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (national): JP, US.

(84) Bestimmungsstaaten (regional): europäisches Patent (AT,
BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC,
NL, PT, SE).

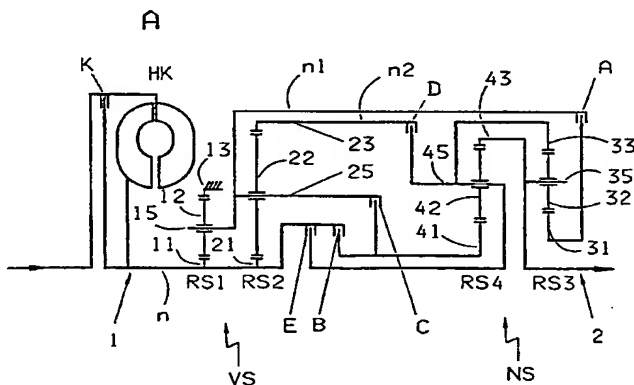
Veröffentlicht:

— Mit internationalem Recherchenbericht.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: MULTI-STEP GEAR

(54) Bezeichnung: MEHRSTUFENGETRIEBE



B
CLOSED CIRCUIT ELEMENTS
GESCHLOSSENE SCHALTELEMENTE

GANG GEAR	SCHALTELEMENT CIRCUIT ELEMENT A B C D E	UEBERSETZUNG TRANSMISSION	GANGSPRUNG (SPREIZUNG 9.15) X
1		7.23	1.86
2		3.88	1.41
3		2.75	1.65
4		1.67	1.31
5		1.27	1.27
6		1	1.26
7		0.79	
R		-7.88	

STANDUEBERSETZUNGEN TRANSMISSION

IO(RS3) = -2.0
IO(RS4) = -2.4
IO(RS1) = -1.75
IO(RS2) = -4.0

X ... GEAR SHIFT (GEAR RATIO)

(57) Abstract: The invention relates to a multi-step gear comprising at least 7 forward gears wherein two non-shiftable control gear sets (RS1, RS2) are provided at the drive shaft (1), which generate two revolution speeds (n1, n2) at the output side, which can be selectively switched to a secondary gear shift assembly (RS3, RS4) acting upon the output shaft (2) by selective shut-down of the switching elements (A, B, C; D) in such a way that only one shifting element has to be shut down and one additional shifting element turned on to shift from one gear to the next higher or lower gear.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Mehrstufengetriebe mit mindestens 7 Vorwärtsgängen, bei dem an der Antriebswelle (1) zwei nicht schaltbare Vorschalttradsätze (RS1, RS2) vorgesehen sind, die ausgangsseitig zwei Drehzahlen (n1, n2) erzeugen, die neben der Drehzahl der Antriebswelle (1) wahlweise auf einen auf die Abtriebswelle (2) wirkenden, schaltbaren Nachschalttradsatz (RS3, RS4) durch selektives Schließen der Schaltelemente (A, B, C, D, E) derart schaltbar sind, dass zum Umschalten von einem Gang in den jeweils nächst folgenden höheren oder niedrigeren Gang von den beiden gerade betätigten Schaltelementen jeweils nur ein Schaltelement ab- und ein weiteres zugeschaltet werden muß.

WO 01/27496 A1



— *Vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eintreffen.*

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes, und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

Mehrstufengetriebe

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Mehrstufenge-
5 triebe nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

Ein derartiges Getriebe geht aus der EP 0 434 525 A1
hervor. Es umfaßt im wesentlichen eine Antriebswelle und
eine Abtriebswelle, die coaxial zueinander angeordnet sind,
10 einen konzentrisch zur Abtriebswelle angeordneten Doppel-
planetenradsatz und fünf Schaltelemente in der Form von
drei Kupplungen und zwei Bremsen, deren wahlweise Sperrung
jeweils paarweise die verschiedenen Gangübersetzungen zwi-
schen der Antriebswelle und der Abtriebswelle bestimmen.

15 Das bekannte Getriebe weist zwei Leistungswege auf,
wobei ein erstes Element des Doppelplanetenradsatzes durch
eine erste Kupplung mit dem ersten Leistungsweg verbunden
ist, ein zweites Element des Doppelplanetenradsatzes mit
20 der Abtriebswelle fest verbunden ist, ein drittes Element
mit dem zweiten Leistungsweg über eine dritte Kupplung ver-
bunden ist und durch eine erste Bremse gesperrt wird und
ein viertes Element des Doppelplanetenradsatzes mit dem
ersten Leistungsweg über eine zweite Kupplung verbunden ist
25 und durch eine zweite Bremse gebremst wird, sodass eine
wahlweise Schaltung paarweise zwischen den Schaltorganen so
gewährleistet ist, dass sechs Vorwärtsgänge entstehen. Da-
bei wird ein erster Gang durch die erste Kupplung und die
erste Bremse, ein zweiter Gang durch die erste Kupplung und
30 die zweite Bremse, ein dritter Gang durch die erste Kupp-
lung und die zweite Kupplung, ein vierter Gang durch die
erste Kupplung und die dritte Kupplung, ein fünfter Gang
durch die zweite Kupplung und die dritte Kupplung und ein

sechster durch die dritte Kupplung und die zweite Bremse geschaltet. Schließlich wird ein Rückwärtsgang durch die zweite Kupplung und die erste Bremse geschaltet.

5 Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht nun darin, ein Mehrstufengetriebe zu schaffen, das wenigstens sieben Vorwärtsgänge mit einer günstigen Gangstufung und großer Spreizung umfaßt und vergleichsweise kostengünstig herstellbar ist.

10

Diese Aufgabe wird durch ein Mehrstufengetriebe in einer ersten Lösung mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1, in einer zweiten Lösung mit den Merkmalen des Patentanspruchs 13, in einer dritten Lösung mit den Merkmalen des Patentanspruchs 18 und in einer vierten Lösung mit den Merkmalen des Patentanspruchs 22 gelöst.

15

Ein wesentlicher Vorteil besteht darin, daß das erfindungsgemäße Mehrstufengetriebe bei einer geringen Anzahl von Radsätzen und Schaltelementen mindestens sieben Vorwärtsgänge aufweist. Dabei sind in jedem geschalteten Gang jeweils nur zwei Schaltelemente geschaltet. Beim Umschalten von einem Gang in den nächsten wird lediglich ein Schaltelement abgeschaltet und ein weiteres Schaltelement zuge-

20
25

schaltet. Auf diese Weise können schaltqualitätskritische Gruppenschaltungen, bei denen mehrere Schaltelemente gleichzeitig geschaltet werden müssen, vermieden werden.

25

Aus den Unteransprüchen gehen bevorzugte Ausgestaltungen der Erfindung hervor, die kostengünstig herstellbare Mehrstufengetriebe betreffen, bei denen mit einer möglichst kleinen Anzahl von Schaltelementen und Radsätzen möglichst viele Gänge schaltbar sind.

30

Im folgenden werden die Erfindung und deren Ausgestaltungen im Zusammenhang mit den Figuren näher erläutert. Es zeigen:

5 Figuren 1A und 1B eine erste Ausführungsform eines Mehrstufengetriebe mit sieben Vorwärtsgängen und einem Rückwärtsgang;

10 Figuren 2A und 2B eine zweite Ausführungsform eines Mehrstufengetriebe mit sieben Vorwärtsgängen und einem Rückwärtsgang;

15 Figuren 3A und 3B eine dritte Ausführungsform eines Mehrstufengetriebes mit sieben Vorwärtsgängen und einem Rückwärtsgang;

20 Figuren 4A und 4B eine vierte Ausführungsform eines Mehrstufengetriebes mit sieben Vorwärtsgängen und einem Rückwärtsgang;

25 Figuren 5A und 5B eine fünfte Ausführungsform eines Mehrstufengetriebes mit sieben Vorwärtsgängen und einem Rückwärtsgang;

30 Figuren 6A und 6B eine sechste Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Mehrstufengetriebes mit zehn Vorwärtsgängen und einem Rückwärtsgang;

30 Figuren 7A und 7B eine siebte Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Mehrstufengetriebes mit neun Vorwärtsgängen und zwei Rückwärtsgängen;

Figuren 8A und 8B eine achte Ausführungsform des erfindungsgemäßen Mehrstufengetriebes mit neun Vorwärtsgängen und einem Rückwärtsgang;

5 Figuren 9A und 9B eine neunte Ausführungsform des erfindungsgemäßen Mehrstufengetriebes mit acht Vorwärtsgängen und zwei Rückwärtsgängen;

10 Figuren 10A und 10B eine zehnte Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Mehrstufengetriebes mit dreizehn Vorwärtsgängen und einem Rückwärtsgang;

15 Figuren 11A und 11B eine elfte Ausführungsform des erfindungsgemäßen Mehrstufengetriebes mit sechzehn Vorwärtsgängen und einem Rückwärtsgang;

Figuren 12A und 12B eine zwölfte Ausführungsform des erfindungsgemäßen Mehrstufengetriebes mit acht Vorwärtsgängen und ohne Rückwärtsgang;

20

Figuren 13A und 13B eine dreizehnte Ausführungsform des erfindungsgemäßen Mehrstufengetriebes mit acht Vorwärtsgängen, ohne Rückwärtsgang;

25 Figuren 14A und 14B eine vierzehnte Ausführungsform des erfindungsgemäßen Mehrstufengetriebes mit acht Vorwärtsgängen, ohne Rückwärtsgang;

30 Figuren 15A und 15B eine fünfzehnte Ausführungsform des erfindungsgemäßen Mehrstufengetriebes mit elf Vorwärtsgängen, ohne Rückwärtsgang und

Figuren 16A und 16B eine sechzehnte Ausführungsform des erfindungsgemäßen Mehrstufengetriebes mit siebzehn Vorwärtsgängen, ohne Rückwärtsgang.

5 In den Figuren sind entsprechend der jeweiligen Ausführungsform des erfindungsgemäßen Mehrstufengetriebes das Kraftflußschema (Figuren 1A bis 16A) sowie die Schaltlogik mit den zugehörigen Übersetzungen der einzelnen Gänge, die Gangstufung, die Getriebespreizung und die Standübersetzungen
10 gen der einzelnen Planetenradsätze (Figuren 1B bis 16B) dargestellt. Aus den Standübersetzungen ist für den Fachmann mittels Kutzbachplan ersichtlich, daß Gruppenschaltungen bei allen dargestellten Ausführungsformen vermieden werden.

15 Zu der Erfindung führten die folgenden Überlegungen. Um mit fünf Schaltelementen ein gegenüber dem Stand der Technik vergleichsweise kostengünstig herstellbares Mehrstufengetriebe mit sieben Vorwärtsgängen und einem
20 Rückwärtsgang zu schaffen, werden an der Antriebswelle zwei Vorschaltradsätze vorgesehen, die zusätzlich zu der über die Antriebswelle eingeleitete Eingangsdrehzahl n zwei weitere Drehzahlen n_1 und n_2 erzeugen. Im Gegensatz dazu ist bei dem eingangs beschriebenen bekannten Mehrstufengetriebe
25 nur ein Vorschaltradsatz an der Antriebswelle vorgesehen, der zusätzlich zur Eingangsdrehzahl n eine weitere Drehzahl erzeugt. Durch Betätigen der Schaltelemente werden bei der vorliegenden Erfindung die Drehzahlen n_1 , n_2 und die Eingangsdrehzahl n entsprechend dem geschalteten Kraftfluß auf
30 die Abtriebswelle übertragen. Durch die Anordnung zusätzlicher Schaltelemente lassen sich, ausgehend von dem erfindungsgemäßen Mehrstufengetriebe mit sieben Vorwärtsgängen und einem Rückwärtsgang, verschiedene Mehrstufengetriebe

mit mehr als sieben Vorwärtsgängen und mindestens einem Rückwärtsgang, insbesondere für Personenkraftwagen, Busse und Lastkraftwagen, konzipieren. Für Offroad-Fahrzeuge kann ein Kriechgangkonzept mit spezieller Gangabstufung dargestellt werden. Für den Einsatz in Motorrädern und Fahrrädern können Vielganggetriebe ohne Rückwärtsgang dargestellt werden.

Im folgenden werden im Zusammenhang mit den Figuren 1 bis 5 fünf verschiedene Varianten des vorliegenden Mehrstufengetriebe mit sieben Vorwärtsgängen und einem Rückwärtsgang erläutert, die durch fünf Schaltelemente schaltbar sind. Da mit den erfindungsgemäßen Getriebekonzepten eine Spreizung von 9 und größer möglich ist, kann der im Vergleich zum eingangs beschriebenen Sechsgang-Getriebe erzielte Spreizungsgewinn beispielsweise auch zur Substitution eines üblicherweise als Anfahrlement verwendeten Drehmomentwandlers durch eine einfache hydraulische Kupplung genutzt werden, ohne dabei auf eine hohe Anfahrleistung des Fahrzeugs zu verzichten.

In den Figuren 1 bis 5 sind jeweils die Antriebswelle mit 1, die Schaltelemente mit A, B, C, D und E, der erste Planetenradsatz des Vorschaltradsatzes VS mit RS1, der zweite Planetenradsatz des Vorschaltradsatzes VS mit RS2 sowie der erste und zweite Radsatz des schaltbaren Nachschaltradsatzes NS mit RS3 bzw. RS4 bezeichnet.

Allen fünf Ausführungsformen der Figuren 1 bis 5 ist gemeinsam, dass der Vorschaltradsatz RS1 neben der Eingangsdrehzahl n der Antriebswelle 1 eine erste zusätzliche Drehzahl n_1 und der zweite Radschaltsatz RS2 eine zweite

zusätzliche Drehzahl n_2 erzeugen. In jedem geschalteten Gang sind jeweils nur zwei Schaltelemente geschlossen.

Die Vorschalttradsätze bilden ein nicht schaltbares
5 Zweisteg-Vierwellen-Getriebe, wobei mindestens eine Welle und maximal eine Welle je Vorschalttradsatz mit der Drehzahl n der Antriebswelle 1 läuft und mindestens eine Welle und maximal eine Welle je Vorschalttradsatz festgesetzt ist.

10 Der Radsatz RS1 weist ein Sonnenrad 11, Planetenräder 12 und ein Hohlrad 13 auf. Der Radsatz RS2 besitzt ein Sonnenrad 21, Planetenräder 22 und ein Hohlrad 23. Der den Planetenrädern 12 gemeinsame Steg ist mit 15 bezeichnet, während der den Planetenrädern 22 zugeordnete Steg mit 25
15 bezeichnet ist.

Bei dem schaltbaren Nachschaltgetriebe NS handelt es sich um ein schaltbares Zweisteg-Vierwellen-Getriebe, das die Radsätze RS3 und RS4 umfaßt. Der Radsatz RS3 weist ein
20 Sonnenrad 31, Planetenräder 32 und ein Hohlrad 33 auf. Entsprechend umfaßt der Radsatz RS4 des Nachschaltgetriebes NS ein Sonnenrad 41, Planetenräder 42 und ein Hohlrad 43. Der den Planetenrädern 32 gemeinsame Steg ist mit 35 bezeichnet, während der den Planetenrädern 42 gemeinsame Steg mit
25 45 bezeichnet ist. Der Steg 45 des Radsatzes RS4 ist mit einer Welle des Radsatzes RS3 verbunden. An diese Koppelwelle sind die Schaltelemente E und D angeschlossen.

An einem Zentralrad des Radsatzes RS4 sind die Schaltelemente B und C angeschlossen, wobei unter Zentralrad
30 entweder ein Sonnenrad oder ein Hohlrad des Radsatzes zu verstehen ist. An einem Zentralrad des Radsatzes RS3 ist das Schaltelement A angeschlossen.

Entweder bildet die mit dem Schaltelement A verbundene Welle mit dem Zentralrad des Radsatzes RS4, welches nicht mit den Schaltelementen B und C verbunden ist, die zweite Koppelwelle (Fig. 4A, Fig. 5A), oder die zweite Koppelwelle ist mit der Abtriebswelle 2 verbunden (Fig. 1A, Fig. 2A, Fig. 3A).

Für die Drehzahlen an den Wellen und Schaltelementen gilt folgendes:

1. Die Drehzahl an der Antriebswelle und am Schaltelement E ist $n = 1$ (als normierte Größe);
2. die Drehzahl am Schaltelement D ist größer / gleich 0;
- 15 3. die Drehzahl am Schaltelement D ist kleiner / gleich als die Drehzahl an dem Schaltelement B;
4. die Drehzahl am Schaltelement C ist kleiner als die Drehzahl an dem Schaltelement B;
5. die Drehzahl am Schaltelement B ist kleiner / gleich 1;
- 20 6. die Drehzahl am Schaltelement A liegt im Bereich 0 bis 1;
7. maximal zwei in den Nachschaltradsatz NS führende Wellen haben dieselbe Drehzahl;
8. die über die Schaltelemente A und D auf den Radsatz RS3 eingeleiteten Drehzahlen in Verbindung mit der Übersetzung des Radsatzes RS3 erzeugen eine Abtriebsdrehzahl, welche größer ist als die Abtriebsdrehzahl, die durch die über die Schaltelemente C und D auf den Radsatz RS4 eingeleiteten Drehzahlen in Verbindung mit der Übersetzung des Radsatzes RS4 und im Fall, daß die mit dem Schaltelement A verbundene Welle eine Koppelwelle mit einem Zentralrad des Radsatzes RS4 des schaltbaren Nach-
- 25
- 30

schaltradsatz NS bildet, zusätzlich mit der Übersetzung des Radsatzes RS3, erzeugt wird.

Figur 1A zeigt eine erste Ausführungsform des erfindungsgemäßen Mehrstufengetriebes mit zwei gekoppelten, nicht schaltbaren Vorschalttradsätzen. Hierbei ist die Antriebswelle 1 mit den Sonnenrädern 11 und 21 der Vorschalttradsätze RS1 und RS2 verbunden. Das Hohlrad 13 des ersten Vorschalttradsatzes RS1 ist festgesetzt. Die Stege 15 und 25 der beiden Vorschalttradsätze RS1 und RS2 sind miteinander verbunden. Das Hohlrad 23 (Drehzahl n_2) des zweiten Vorschalttradsatzes RS2 ist über die Kupplung D mit dem Hohlrad 33 des ersten Nachschalttradsatzes RS3 und dem Steg 45 des zweiten Nachschalttradsatzes RS4 verbindbar. Weiterhin sind die Stege 15 und 25 (Drehzahl n_1) über die Kupplung A mit dem Sonnenrad 31 des ersten Nachschalttradsatzes RS3, sowie über die Kupplung C mit dem Sonnenrad 41 des zweiten Nachschalttradsatzes RS4 verbindbar. Die Antriebswelle 1 ist über die Kupplung B mit dem Sonnenrad 41 und über die Kupplung E mit dem Steg 45 verbindbar. Im Nachschaltgetriebe NS ist der Steg 35 des Radsatzes RS3 mit dem Hohlrad 43 des Radsatzes RS4 und mit der Abtriebswelle 2 verbunden. Außerdem ist das Hohlrad 33 des Radsatzes RS3 mit dem Steg 45 des Radsatzes RS4 verbunden.

25

Durch die Ansteuerung des Nachschalttradsatzes NS bzw. der Radsätze RS3 und RS4 desselben mit den Drehzahlen n , n_1 und n_2 durch selektives Schalten der fünf Schaltelemente A bis E können gemäß der Schaltskizze der Figur 1b die Vorwärtsgänge 1 bis 7 und der Rückwärtsgang R geschaltet werden. Dabei ist es ein wesentlicher Vorteil, dass beim Umschalten von einem Gang in den nächsten Gang lediglich ein Schaltelement ab- und ein Schaltelement zugeschaltet werden

30

muß. Auf diese Weise können schaltqualitätskritische Schaltungen mit einer gleichzeitigen Zuschaltung von mehreren Schaltelementen (Gruppenschaltung) vermieden werden.

5 Vorteilhaft bei der Ausführungsform 1 des erfindungs-
gemäßen Mehrstufengetriebes ist insbesondere die große
Spreizung (größer 9), bei ähnlich günstiger Gangabstufung
wie das eingangs als Stand der Technik beschriebene 6-Gang-
Automatgetriebe. Somit kann im Anwendungsbeispiel PKW bei-
10 spielsweise der üblicherweise eingesetzten Drehmomentwand-
ler als Anfahrelement durch eine hydraulische Kupplung
und / oder eine im Getriebe integrierte Lamellenkupplung
ersetzt werden, ohne dabei auf eine hohe Anfahrlleistung zu
verzichteten. Eine mögliche Ausgestaltung ist in der Figur 1A
15 beispielhaft dargestellt. Hieraus ergeben sich die Vorteile
geringeres Gewicht, günstige Einbauabmessungen für den
Fahrzeugtunnelbereich mit reduzierter Baulänge, sowie ver-
ringerte Kosten.

20 Im folgenden wird im Zusammenhang mit der Figur 2A
eine weitere Ausführungsform der vorliegenden Erfindung
beschrieben. Einzelheiten der Figur 2A, die bereits im Zu-
sammenhang mit der Figur 1A erläutert wurden, sind in der
entsprechenden Weise bezeichnet.

25 Die Ausführungsform 2A weist im Gegensatz zur Ausfüh-
rungsform 1a als fünftes Schaltelement anstelle einer Kupp-
lung eine im allgemeinen einfacher ansteuerbare Bremse auf.

30 Bei der Ausführungsform der Figur 2A sind beide Son-
nenräder 11 und 21 mit der Antriebswelle 1 verbunden. Über
die Kupplung A ist die Antriebswelle 1 mit dem Sonnenrad 31
und über die Kupplung E mit dem Steg 45 verbindbar. Der

Steg 15 (Drehzahl n_1) ist über die Kupplung B mit dem Sonnenrad 41 verbindbar. Das Hohlrad 13 ist mit dem Steg 25 verbunden, wobei der Steg 25 fest mit dem Gehäuse verbunden ist. Das Hohlrad 23 (Drehzahl n_2) ist über die Kupplung C mit dem Sonnenrad 41 verbindbar. Der Steg 45 ist über die Bremse D mit dem Gehäuse verbindbar. Das Hohlrad 33 ist mit dem Steg 45 verbunden. Das Hohlrad 43 ist mit dem Steg 35 und mit der Abtriebswelle 2 verbunden.

Das Getriebe der Figur 2A läßt sich anhand der in der Figur 2b dargestellten Schließzustände der fünf Schaltelemente A bis E in sieben Vorwärtsgänge und einen Rückwärtsgang schalten.

Vorteilhaft bei der Ausführungsform 2 des erfindungsgemäßen Mehrstufengetriebes ist insbesondere die Overdrive-Charakteristik der beiden oberen Gänge hinsichtlich Reduzierung von Kraftstoffverbrauch und Fahrgeräusch. Weiterhin vorteilhaft ist die konstruktiv einfache Gestaltungsmöglichkeit der Bremse D anstelle einer Kupplung, beispielsweise hinsichtlich der Druckkölzuführung zur Betätigung.

Die Figur 3A zeigt eine weitere Ausführungsform des erfindungsgemäßen Mehrstufengetriebe mit zwei gekoppelten, nicht schaltbaren Vorschalttradsätzen. Vorschalttradsatz VS und Nachschalttradsatz NS sind hierbei als Ravigneaux-Radsatz ausgebildet. Die Antriebswelle 1 ist mit dem Sonnenrad 11 des Radsatzes RS1 verbunden, über die Kupplung E mit den Stegen 35', 35'' der inneren und äußeren Planetenrädern 32', 32'' des Radsatzes RS2 und mit dem Steg 45 des Radsatzes RS4 verbindbar. Weiterhin ist die Antriebswelle 1 über die Kupplung A mit dem Sonnenrad 31 des Radsatzes RS3 verbindbar. Die miteinander verbundenen Stege 15, 25'

und 25'' (Drehzahl n_1) der Radsätze RS1 und RS2 sind über die Kupplung B mit dem Sonnenrad 41 des Radsatzes RS4 verbindbar. Die Planetenräder 12 des Radsatzes RS1 und die äußeren Planetenräder 22'' des Radsatzes RS2 sind miteinander gekoppelt. Das Sonnenrad 21 (Drehzahl n_2) des Radsatzes RS2 ist über die Kupplung C mit dem Sonnenrad 41 des Radsatzes RS4 verbindbar. Das Hohlrad 13 des Radsatzes RS1 ist festgesetzt. Über die Bremse D sind die Stege 35', 35'' und 45 festsetzbar. Die Planetenräder 42 des Radsatzes RS4 und die äußeren Planetenräder 32'' des Radsatzes RS3 sind miteinander gekoppelt. Die Abtriebswelle 2 ist fest mit den miteinander verbundenen Hohlrädern 33 und 43 verbunden.

Mit der Anordnung der Figur 3A lassen sich mit der in der Figur 3B tabellarisch aufgeführten Kupplungslogik sieben Vorwärtsgänge und ein Rückwärtsgang schalten.

Vorteilhaft bei der Ausführungsform 3 des erfindungsgemäßen Mehrstufengetriebes ist insbesondere die kostengünstige Gestaltung der vier Planetenradsätze mit nur zwei Hohlrädern. Weiterhin kann die Overdrive-Charakteristik des beiden oberen Gänge vorteilhaft zur Kraftstoffeinsparung und zur Verringerung der Geräuschemission genutzt werden.

Figur 4A zeigt eine weitere Ausführungsform des erfindungsgemäßen Mehrstufengetriebes mit zwei gekoppelten, nicht schaltbaren Vorschaltadsätzen. Hierbei werden die zusätzlichen Drehzahlen n_1 und n_2 durch die Vorschaltadsätze RS1 und RS2 erzeugt, wobei die Stege 15 und 25 der Planetenräder 12 und 22 dieser Radsätze miteinander verbunden sind. Die Antriebswelle 1 ist mit den Hohlrädern 13 und 23 der Radsätze RS1 und RS2 verbunden und über die Kupplung E mit dem Hohlrad 33 des dritten Radsatzes RS3

verbindbar sowie über die Kupplung B mit dem Hohlrad 43 des vierten Radsatzes RS4 verbindbar. Das Sonnenrad 11 des ersten Radsatzes RS1 ist am Gehäuse festgelegt. Das Sonnenrad 21 (Drehzahl n_2) des zweiten Radsatzes RS2 ist über die Kupplung D mit dem Steg 45 des Radsatzes RS4 verbindbar, wobei der Steg 45 mit dem Hohlrad 33 des Radsatzes RS3 verbunden ist. Die Stege 15 und 25 (Drehzahl n_1) der Planetenräder 12 und 22 der Radsätze RS1 und RS2 sind über die Kupplung C mit dem Hohlrad 43 des Radsatzes RS4 verbindbar. Die Sonnenräder 31 und 41 der Radsätze RS3 und RS4 sind gemeinsam mit einer Bremse A blockierbar. Der Steg 35 des Radsatzes RS3 ist mit der Abtriebswelle 2 verbunden.

Mit der Anordnung der Figur 4A lassen sich die in der Figur 4B tabellarisch aufgeführten sieben Vorwärtsgänge und ein Rückwärtsgang durch Schließen der fünf Schaltelemente A bis E erreichen.

Die Ausführungsform 4 des erfindungsgemäßen Mehrstufengetriebes ist insbesondere für Offroad-Fahrzeuge besonders vorteilhaft, da hier insbesondere aufgrund der in Figur 4B aufgeführten Standübersetzungen der Radsätze ein Kriechgang mit hoher Übersetzung ($i_{1. \text{Gang}} > 8$) verfügbar ist, bei gleichzeitig günstiger Getriebeübersetzung im oberen Fahrgeschwindigkeitsbereich. Weiterhin wirkt sich die Verwendung eines Stufenplaneten bei gleichzeitigem Entfall eines vierten Hohlrades in der Herstellung kostengünstig aus.

Bei der Ausführungsform der Figur 5A des erfindungsgemäßen Mehrstufengetriebes mit zwei gekoppelten, nicht schaltbaren Vorschaltadsätzen ist das Hohlrad 13 festgesetzt. Der Steg 15 (Drehzahl n_1) ist mit dem Steg 25 ver-

bunden und über die Kupplung B mit dem Hohlrad 43 verbindbar. Das Hohlrad 23 (Drehzahl n_2) ist über die Kupplung D mit dem Steg 45 und dem damit verbundenen Hohlrad 33 verbindbar. Die Antriebswelle 1 ist mit den Sonnenrädern 11 und 21 verbunden und über die Kupplung A mit den Sonnenrädern 41 und 31 verbindbar und über die Kupplung E mit dem Stegteil 45 und dem Hohlrad 33 verbindbar. Bei geschlossener Bremse C und bei geöffneter Kupplung B ist das Hohlrad 43 auf die Drehzahl 0 einstellbar. Der Steg 35 ist mit der Abtriebswelle 2 verbunden.

Die genauen Schließzustände der fünf Schaltelemente A bis E sind für die einzelnen Vorwärtsgänge 1 bis 7 und für den Rückwärtsgang R aus der Figur 5B ersichtlich.

Die Ausführungsform 5 des erfindungsgemäßen Mehrstufengetriebes ist ähnlich wie die Ausführungsform 4 insbesondere für Offroad-Fahrzeuge besonders vorteilhaft, da hier insbesondere aufgrund der in Figur 5B aufgeführten Standübersetzungen der Radsätze ein extremer Kriechgang mit sehr hoher Übersetzung ($i_{1. \text{Gang}} = 10$) schaltbar ist. Bedingt durch den großen Gangsprung vom 1. Gang (Kriechgang) in den 2. Gang kann es vorteilhaft sein, diesen Kriechgang als speziellen manuell durch den Fahrer schaltbaren Gang auszubilden. Durch die insgesamt sehr große Spreizung von 15 steht im normalen Fahrbetrieb eine günstige Getriebeabstufung zur Verfügung. Die Overdrive-Charakteristik der beiden oberen Gänge wirkt sich reduzierend aus auf Kraftstoffverbrauch und Fahrgeräusch.

30

Die Ausführungsform der Figur 6A zeigt ein erfindungsgemäßes Mehrstufengetriebe mit zwei gekoppelten, nicht schaltbaren Vorschalttradsätzen, bei dem mit sechs Schalte-

lemente zehn Vorwärtsgänge und ein Rückwärtsgang schaltbar sind. An der Welle mit den Kupplungen B und C des schaltbaren Nachschaltgetriebes ist eine zusätzliche Kupplung F vorgesehen. Es gilt: $n_C < n_F < n_B$.

5

Dabei ist die Antriebswelle 1 (Drehzahl n) mit dem Hohlrad 13 und dem Hohlrad 23 verbunden sowie über das Schaltelement E mit den aneinander gekoppelten Stegen 45 des Radsatz RS4 , 35'' der äußeren Planetenräder 32'' und 10 35' der inneren Planetenräder 32' des Radsatzes RS3 verbindbar. Die Planetenräder 32 und 42 sind aneinander gekoppelt. Der Steg 25 ist mit dem Steg 15 verbunden (Drehzahl n_1) und über die Kupplung B mit dem Sonnenrad 41 verbindbar. Das Sonnenrad 41 ist durch Betätigen der Bremse C 15 blockierbar bzw. mit dem Gehäuse verbindbar. Die Stege 15 und 25 (Drehzahl n_1) sind über die Kupplung A mit dem Sonnenrad 31 verbindbar. Das Sonnenrad 21 (Drehzahl n_2) ist über die Kupplung D mit dem Steg 35' der inneren Planetenräder 32' des Radsatzes RS3 und über die Kupplung F mit 20 dem Sonnenrad 41 des Radsatzes RS4 verbindbar. Die Hohlräder 33 und 43 sind miteinander und mit der Abtriebswelle 2 verbunden.

Mit diesem Mehrstufengetriebe lassen sich durch 25 Schließen der Schaltelemente A bis F in Verbindung mit den in Figur 6B aufgeführten Standübersetzungen der Radsätze die in der Figur 6B tabellarisch dargestellten zehn Vorwärtsgänge und ein Rückwärtsgang schalten. Durch das zusätzliche Schaltelement stehen gegenüber den bisherigen 30 Ausführungsformen 1 bis 5 des erfindungsgemäßen Mehrstufengetriebes mit sieben Vorwärtsgängen somit drei weitere Vorwärtsgänge zur Verfügung. Vorteilhafterweise kann die Gan-

gabstufung eng ausgelegt werden und ist damit beispielsweise für ein Fahrzeug mit Dieselmotor günstig.

5 Im folgenden wird im Zusammenhang mit den Figuren 7A und 7B ein erfindungsgemäßes Mehrstufengetriebe mit zwei gekoppelten, nicht schaltbaren Vorschalttradsätzen beschrieben, bei dem mit sechs Schaltelelementen A bis F neun Vorwärtsgänge und zwei Rückwärtsgänge schaltbar sind.

10 Die Antriebswelle 1 ist mit dem Hohlrad 13 des Vorschalttradsatzes RS1 und dem damit verbundenen Hohlrad 23 des Vorschalttradsatzes RS2 verbunden, sowie über die Kupplung E mit dem Steg 45 und über die Kupplung B mit dem Sonnenrad 41 verbindbar. Der Steg 25 der Planetenräder 22 ist
15 mit dem Steg 15 (Drehzahl n_1) verbunden sowie über die Kupplung A mit dem Sonnenrad 31 verbindbar. Ferner sind der Steg 25 und der Steg 15 über die Kupplung F mit dem Sonnenrad 41 verbindbar. Das Sonnenrad 21 (Drehzahl n_2) ist
20 über die Kupplung C mit dem Sonnenrad 41 verbindbar und über die Kupplung D mit dem Steg 45 verbindbar, der mit dem Hohlrad 33 verbunden ist. Das Hohlrad 43 ist mit dem Steg 35 und mit der Abtriebswelle 2 verbunden.

25 Mit dieser beschriebenen Ausführungsform 7 des erfindungsgemäßen Mehrstufengetriebes lassen sich durch selektives Schließen der Schaltelelemente A bis F in der in Figur 7B tabellarisch dargestellten Weise in Verbindung mit den in Figur 7B aufgeführten Standübersetzungen der Radsätze neun Vorwärtsgänge mit enger Gangstufung und vorteilhafterweise
30 zwei Rückwärtsgänge schalten. Ein spezieller Rückwärtsgang mit gegenüber dem „normalen“ Rückwärtsgang reduzierte Anfahrübersetzung kann beispielsweise in ein Winterfahrprogramm des Automatgetriebes einbezogen werden.

Die Ausführungsform der Figur 8A zeigt ein erfindungs-
gemäßes Mehrstufengetriebe mit zwei gekoppelten, nicht
schaltbaren Vorschalttradsätzen, wobei zur Betätigung dieses
5 Getriebes insgesamt sechs Schaltelemente A bis F vorgesehen
sind zum Schalten von neun Vorwärtsgängen und einem Rück-
wärtsgang.

Im Vergleich zu dem Mehrstufengetriebe der Figur 6A,
10 welches mit fünf Kupplungen und einer Bremse ausgestattet
ist, weist das Mehrstufengetriebe der Fig. 8A vier Kupplun-
gen und zwei Bremsen auf, wodurch sich die Zahl der Vor-
wärtsgänge im Vergleich zu Fig. 6A um einen Gang reduziert.

15 Während es sich bei dem Radsatz RS2 um ein Minus-
Getriebe handelt, handelt es sich bei dem Radsatz RS1 um
ein Plus-Getriebe. Die Antriebswelle 1 ist mit dem Sonnen-
rad 21 sowie dem Steg 15'' der äußeren Planetenräder 22''
des Radsatzes RS1 verbunden und über die Kupplung A mit dem
20 Sonnenrad 31 sowie über die Kupplung E mit dem Steg 45
verbindbar. Der Steg 25 ist einerseits mit dem Gehäuse des
Getriebes und andererseits mit dem Sonnenrad 11 des Radsat-
zes RS1 verbunden. Der Steg 15' der inneren Planetenrä-
der 12' ist mit dem Steg 15'' der äußeren Planetenrä-
25 der 12'' des Radsatzes RS1 verbunden. Das Hohlrad 13 des
Radsatzes RS1 (Drehzahl n_1) ist über die Kupplung B mit dem
Sonnenrad 41 verbindbar. Das Hohlrad 23 (Drehzahl n_2) ist
über die Kupplung C mit dem Sonnenrad 41 verbindbar. Das
Sonnenrad 41 ist durch Betätigen der Bremse F mit dem Ge-
30 häuse verbindbar. Der Steg 45 ist durch Betätigen der Brem-
se D mit dem Gehäuse verbindbar. Außerdem ist der Steg 45
mit dem Hohlrad 33 verbunden. Das Hohlrad 43 ist mit dem
Steg 35 und mit der Abtriebswelle 2 verbunden.

Die Kupplungslogik für die sechs Schaltelemente A bis F zum Schalten der neun Vorwärtsgänge und des Rückwärtsgangs dieses Mehrstufengetriebes nach Figur 8A ist in der
5 Figur 8b tabellarisch dargestellt.

In vorteilhafter Weise sind bei der Ausführungsform 8 des erfindungsgemäßen Mehrstufengetriebes zwei Schaltelemente als Bremsen ausgebildet, wodurch sich gegenüber Kupplungen Vorteile in der konstruktiven Ausgestaltung ergeben,
10 beispielsweise durch eine einfache Verlegung der Druckölkanäle im Getriebegehäuse. Besonders vorteilhaft ist auch die sehr harmonische Gangstufung der neun Vorwärtsgänge mit annähernd stetigen, zu den oberen Gängen hin langsam fallenden Gangsprüngen.
15

Im folgenden wird im Zusammenhang mit den Figuren 9A und 9B ein weiteres erfindungsgemäßes Mehrstufengetriebe erläutert, bei dem mit insgesamt sechs Schaltelementen A
20 bis F acht Vorwärtsgänge und zwei Rückwärtsgänge schaltbar sind.

Die Besonderheit dieses Getriebes ist, daß nur ein nicht schaltbarer Vorschaltradsatz RS1 anstelle der bisher
25 beschriebenen jeweils zwei Vorschaltsätze vorhanden ist. Die Antriebswelle 1 (Drehzahl n) ist mit dem Sonnenrad 11 des Radsatzes RS1 (Plus-Getriebe) verbunden und über die Kupplung E mit dem Steg 45 verbindbar sowie über die Kupplung B mit dem Sonnenrad 41 verbindbar. Der Steg 15' der
30 inneren Planetenräder 12' des Radsatzes RS1 und der Steg 15'' der äußeren Planetenräder 12'' des Radsatzes RS1 sind miteinander verbunden und am Gehäuse festgesetzt. Darüber hinaus sind der Steg 15' und der Steg 15'' über die Kupp-

lung C mit dem Sonnenrad 41 verbindbar. Das Hohlrad 13 (Drehzahl n_1) ist über die Kupplung F mit dem Sonnenrad 41 verbindbar und über die Kupplung A mit dem Sonnenrad 31 verbindbar. Das Hohlrad 43 ist mit dem Hohlrad 33 und mit der Abtriebswelle 2 verbunden. Die Stege 45 (der Planetenräder 42), 35' (der inneren Planetenräder 32') und 35'' (der äußeren Planetenräder 32'') sind miteinander verbunden und durch die Bremse D blockierbar. Die Planetenräder 32'' und 42 sind dabei miteinander gekoppelt.

Die Kupplungslogik dieses Mehrstufengetriebes zum Schalten von acht Vorwärtsgängen und zwei Rückwärtsgängen durch Schließen der Schaltelemente A bis F ist in Figur 9B dargestellt.

Vorteilhaft bei der Ausführungsform 9 des erfindungsgemäßen Mehrstufengetriebes ist neben der Gangzahl insbesondere die bauraumsparende und kostengünstige Bauweise, da nur drei Planetenradsätze mit insgesamt nur zwei Hohlrädern vorgesehen sind. Die Gangabstufung ist harmonisch, wobei neben dem „normalen“ auch ein „schneller“ Rückwärtsgang geschaltet werden kann, ähnlich der Ausführungsform 7.

Die Figur 10A zeigt ein Mehrstufengetriebe mit drei gekoppelten, nicht schaltbaren Vorschalttradsätzen RS1, RS2a und RS2b, bei dem mit sieben Schaltelementen A bis G insgesamt dreizehn Vorwärtsgänge und ein Rückwärtsgänge schaltbar sind. An der Welle mit den Kupplungen B, C und F wird eine zusätzliche Kupplung G vorgesehen.

Es gilt: $n_F < n_G < n_B$. Die Eingangsdrehzahlen werden durch ein nicht schaltbares Dreisteg-Fünfwellen-Getriebe erzeugt.

Die Antriebswelle 1 (Drehzahl n) ist mit dem Sonnenrad 11 des ersten Vorschalttradsatzes RS1 verbunden und über die Kupplung A mit dem Sonnenrad 31 des ersten Nachschalttradsatzes RS3 und dem damit verbundenen Sonnenrad 41 des zweiten Nachschalttradsatzes RS4 sowie über die Kupplung E mit dem Steg 45 des zweiten Nachschalttradsatzes RS4 verbindbar.

Der bei den bisher erläuterten Getrieben vorgesehene Radsatz RS2 wird hier durch die Radsätze RS2a und RS2b gebildet, wobei die Stege 25a und 25b'' der Planetenräder 22a des Radsatzes RS2a und der äußeren Planetenräder 22b'' des als Plus-Getriebe ausgebildeten Radsatzes RS2b aneinander gekoppelt sind. Die Planetenräder 22a und 22b'' sind dabei miteinander gekoppelt. Der Steg 15 ist mit den Stegen 25b' der inneren Planetenräder 22b' und dem Steg 25b'' der äußeren Planetenräder 22b'' verbunden. Außerdem ist der Steg 25b'' über die Kupplung G mit dem Hohlrad 43 verbindbar (Drehzahl n_{2a}). Das Hohlrad 43 ist durch die Bremse C blockierbar. Das Sonnenrad 21a des Radsatzes RS2a (Drehzahl n_1) ist über die Kupplung B mit dem Hohlrad 43 verbindbar. Das Hohlrad 23a des Radsatzes RS2a und das Hohlrad 23b des Radsatzes RS2b sind miteinander verbunden (Drehzahl n_{2b}) und sind über die Kupplung F mit dem Hohlrad 43 und über die Kupplung D mit dem Steg 45 und dem damit verbundenen Hohlrad 33 verbindbar. Der Steg 35 ist mit der Abtriebswelle 2 verbunden. Schließlich sind das Sonnenrad 21b des Radsatzes RS2b und das Hohlrad 13 des Radsatzes RS1 mit dem Gehäuse verbunden.

30

Mit diesem beschriebenen Mehrstufengetriebe lassen sich durch selektives Schließen der sieben Schaltelemente A bis G in Verbindung mit den in Figur 10B aufgeführten

Standübersetzungen der Radsätze die in der Figur 10B tabellarisch dargestellten dreizehn Vorwärtsgänge und ein Rückwärtsgang schalten.

5 Die Vorteile dieser Ausführungsform 10 des erfindungsgemäßen Mehrstufengetriebes liegen somit in der hohen Gangzahl bei einem sehr kompakten Getriebeaufbau mit nur fünf Planetenradsätzen und sieben Schaltelementen. Durch geeignete Wahl der Übersetzungen der Radsätze kann aus der Ausführungsform 10 auch ein Mehrstufengetriebe mit zwei Rückwärtsgängen abgeleitet werden, dann allerdings mit nur zwölf Vorwärtsgängen.

15 Bei der Ausführungsform der Figur 11A des erfindungsgemäßen Mehrstufengetriebes lassen sich mit acht Schaltelementen A bis H insgesamt sechzehn Vorwärtsgänge und ein Rückwärtsgang schalten.

Die Welle mit den Kupplungen B, C, F und G wird mit einer zusätzlichen Kupplung H ausgestattet.

20 Es gilt: $n_G < n_H < n_B$. Die Eingangsdrehzahlen werden durch ein nicht schaltbares Viersteg-Sechswellen-Getriebe erzeugt.

25 Der Vorschalt-radsatz VS weist insgesamt vier gekoppelte, nicht schaltbare Planetenradsätze auf. Der Vorschalt-radsatz RS1 besteht aus einem Radsatz RS1a und einem Radsatz RS1b, wobei die Planetenräder 12a des Radsatzes RS1a und die äußeren Planetenräder 12b'' des Radsatzes RS1b aneinander gekoppelt sind und der Steg 15b'' der äußeren Planetenräder 12b'' mit dem Steg 15b' der inneren Planetenräder 12b' verbunden ist. Der Radsatz RS2 umfaßt 30 zwei Radsätze RS2a und RS2b, wobei die Planetenräder 22a

des Radsatzes RS2a und die äußeren Planetenräder 22b'' des Radsatzes RS2b aneinander gekoppelt sind.

Die Antriebswelle 1 (Drehzahl n) ist mit dem Sonnenrad 11b des Radsatzes RS1b und dem Sonnenrad 21a des Radsatzes RS2a verbunden und über die Kupplung A mit dem Sonnenrad 31 und über die Kupplung E mit dem Hohlrad 33 verbindbar. Das Sonnenrad 11a des Radsatzes RS1a ist mit dem Gehäuse verbunden. Die Hohlräder 13a des Radsatzes RS1a und 13b des Radsatzes RS1b sind miteinander verbunden (Drehzahl n_{1a}) und über die Kupplung B mit dem Sonnenrad 41 des zweiten Nachschaltradsatzes RS4 verbindbar. Das Sonnenrad 41 ist durch die Bremse C blockierbar. Das Sonnenrad 21b des Radsatzes RS2b (Drehzahl n_{2b}) ist über die Kupplung D mit dem Hohlrad 33 verbindbar sowie über die Kupplung F mit dem Sonnenrad 41 verbindbar. Das Hohlrad 33 ist mit dem Steg 45 verbunden. Die Stege 25b' der inneren Planetenräder 22b' und 25b'' der äußeren Planetenräder 22b'' des Radsatzes RS2b und der Steg 25a des Radsatzes RS2a sind miteinander verbunden (Drehzahl n_{1b}) und über die Kupplung H mit dem Sonnenrad 41 verbindbar. Die gekoppelten Hohlräder 23a und 23b (Drehzahl n_{2a}) der Radsätze RS2a und RS2b ist über die Kupplung G ebenfalls mit dem Sonnenrad 41 verbindbar. Das Sonnenrad 43 ist mit dem Steg 35 und mit der Abtriebswelle 2 verbunden.

Mit dem beschriebenen Getriebe lassen sich in Verbindung mit den in Figur 11B aufgeführten Standübersetzungen der Radsätze durch Schließen der acht Schaltelemente A bis H die in der Figur 11B tabellarisch dargestellten sechzehn Vorwärtsgänge und ein Rückwärtsgang betätigen. Die Vorteile dieser Ausführungsform 11 des erfindungsgemäßen Mehrstufengetriebes liegen somit in der sehr hohen Gangzahl

bei einem kompakten Getriebeaufbau mit vergleichsweise geringen Anzahl von Planetenradsätzen und Schaltelementen. Durch geeignete Wahl der Übersetzungen der Radsätze kann aus der Ausführungsform 11 auch ein Mehrstufengetriebes
5 Mehrstufengetriebe mit zwei Rückwärtsgängen abgeleitet werden, die Anzahl der Vorwärtsgänge reduziert sich dann allerdings auf fünfzehn.

Im folgenden wird im Zusammenhang mit der Figur 12A
10 ein Mehrstufengetriebe erläutert, welches acht Vorwärtsgänge aufweist, die durch fünf Schaltelemente und nur einen Vorschaltradsatz RS1 schaltbar sind, was dadurch erreicht wird, daß die zuvor genannte kinematische Bedingung „Drehzahl am Schaltelement D ist kleiner / gleich als die Drehzahl am Schaltelement B“ eingeschränkt wird durch die Be-
15 dingung „Drehzahl am Schaltelement D ist gleich Drehzahl am Schaltelement B“.

Das Hohlrad 13 des Vorschaltradsatzes RS1 ist fest
20 über eine Achse mit dem Gehäuse des Mehrstufengetriebes verbunden. Die Antriebswelle 1 (Drehzahl n) ist mit dem Sonnenrad 11 des Vorschaltradsatzes RS1 verbunden, über die Kupplung E mit dem Hohlrad 33 des ersten Nachschaltradsatzes RS3 und dem damit verbundenen Steg 45 des zweiten Nachschaltradsatzes RS4 verbindbar sowie über die Kupplung A
25 mit dem Sonnenrad 31 des Radsatzes RS3 verbindbar. Der Steg 15 (Drehzahl n_1) des Radsatzes RS1 ist über die Kupplung B mit dem Sonnenrad 41 des Radsatzes RS4 und über die Kupplung D mit dem Hohlrad 33 des Radsatzes RS3 verbindbar.
30 Über die Bremse C kann das Sonnenrad 41 des Radsatzes RS4 festgesetzt werden. Das Hohlrad 43 des Radsatzes RS4 und der damit verbundene Steg 35 des Radsatzes RS3 sind mit der Abtriebswelle 2 verbunden.

5 Mit dem erläuterten Getriebe lassen sich durch selektives Schließen der Schaltelemente A bis E die in der Figur 12B dargestellten insgesamt acht Vorwärtsgänge schalten.

10 Im folgenden wird im Zusammenhang mit der Figur 13A eine weitere Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Mehrstufengetriebes mit acht Vorwärtsgängen erläutert, die durch fünf Schaltelemente schaltbar sind.

15 Bei diesem Getriebe ist ebenfalls ein einziger Vorschaltradsatz RS1 vorgesehen, der die zur Steuerung der nachgeschalteten Radsätze RS3 und RS4 erforderlichen Drehzahlen erzeugt. Der Vorschaltradsatz RS1 weist neben einem Sonnenrad 11 und einem Hohlrad 13 innere Planetenräder 12' und äußeren Planetenräder 12'' auf, deren Stege 15' und 15'' miteinander verbunden sind.

20 Die Antriebswelle 1 (Drehzahl n) ist mit dem Sonnenrad 11 des Vorschaltradsatzes RS1 verbunden und über die Kupplung E mit dem Steg 35'' der äußeren Planetenräder 32'' des ersten Nachschaltradsatzes RS3 verbindbar, sowie über die Kupplung A mit dem Sonnenrad 31 des Radsatzes RS3 verbindbar. Die Stege 15' und 15'' des Radsatzes RS1 sind mit dem Gehäuse des Mehrstufengetriebes verbunden. Über die Bremse C ist das Sonnenrad 41 des Radsatzes RS4 blockierbar. Das Hohlrad 13 (Drehzahl n₁) des Radsatzes RS1 ist über die Kupplung B mit dem Sonnenrad 41 und über die Kupplung D mit dem Steg 35' der inneren Planetenräder 32' des Radsatzes RS3 verbindbar. Der Steg 35' ist mit dem Steg 35'' der äußeren Planetenräder 32'' des Radsatzes RS3 und mit dem Steg 45 des Radsatzes RS4 verbunden. Die Plane-

tenräder 32'' und 42 sind dabei miteinander gekoppelt. Die Hohlräder 33 und 43 der Radsätze RS3 und RS4 sind mit der Abtriebswelle 2 verbunden.

5 Mit diesem beschriebenen Getriebe lassen sich durch selektives Schliessen der Schaltelemente A bis E die in der Figur 14B dargestellten insgesamt acht Vorwärtsgänge schalten.

10 Im folgenden wird im Zusammenhang mit der Figur 14B eine weitere Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Mehrstufengetriebes mit acht Vorwärtsgängen erläutert, die durch fünf Schaltelemente schaltbar sind, wobei wiederum nur ein Vorschaltradsatz vorgesehen ist.

15 Das Sonnenrad 11 des Vorschaltradsatzes RS1 ist fest mit dem Gehäuse des Mehrstufengetriebes verbunden. Die Antriebswelle 1 (Drehzahl n) ist mit dem Hohlrad 13 des Radsatzes RS1 verbunden und über die Kupplung E mit dem
20 Steg 45 des zweiten Nachschaltradsatzes RS4 und dem damit verbundenen Sonnenrad 31 des ersten Nachschaltradsates RS3 verbindbar, sowie über die Kupplung A mit dem Hohlrad 33 des Radsatzes RS3 und dem damit verbundenen Hohlrad 43 des Radsatzes RS4 verbindbar. Der Steg 15 (Drehzahl n_1) des
25 Radsatzes RS1 ist über die Kupplung B mit dem Sonnenrad 41 und über die Kupplung D mit dem Steg 45 des Radsatzes RS4 verbindbar. Über die Bremse C kann das Sonnenrad 41 des Radsatzes RS4 festgesetzt werden. Der Steg 35 des Radsatzes RS3 ist mit der Abtriebswelle 2 verbunden.

30

Mit dem erläuterten Getriebe lassen sich durch selektives Schließen der Schaltelemente A bis E die in der Figur 14B dargestellten insgesamt acht Vorwärtsgänge schalten.

In vorteilhafter Weise werden mit den Ausführungsformen 12, 13 und 14 des erfindungsgemäßen Mehrstufengetriebes mit nur drei Planetenradsätzen und fünf Schaltelementen insgesamt acht Vorwärtsgänge erzielt. Insbesondere wegen des äußerst kompakten Getriebeaufbaus und des Entfalls des Rückwärtsganges eignet sich diese Ausführungsformen 12, 13 und 14 besonders für Motorräder und als Nabenschaltung für Fahrräder. Für die Anwendung im Motorrad ist die Gangstufung der Ausführungsform 12 vorteilhaft, da hier die beiden oberen Gänge eine gemäßigte Overdrive-Charakteristik aufweisen. Für die Anwendung im Fahrrad ist die enge Gangabstufung in den mittleren Gängen in Verbindung mit den zu kleineren Gängen hin größer werdenden Gangsprüngen der Ausführungsformen 13 und 14 besonders vorteilhaft.

Im folgenden wird im Zusammenhang mit der Figur 15A ein weiteres erfindungsgemäßes Mehrstufengetriebe mit zwei gekoppelten, nicht schaltbaren Vorschaltradsätzen erläutert, mit dessen Hilfe insgesamt elf Vorwärtsgänge durch selektives Betätigen von sechs Schaltelemente A bis F schaltbar sind.

Der zweite Vorschaltradsatz RS2 ist als Plus-Getriebe und der erste Vorschaltradsatz RS1 als Minus-Getriebe ausgebildet, wobei die äußeren Planetenräder 22'' des Radsatzes RS2 fest an die Planetenräder 12 des Radsatzes RS1 gekoppelt sind. Die Antriebswelle 1 (Drehzahl n) ist mit dem Sonnenrad 21 des Radsatzes RS2 verbunden, sowie über die Kupplung B mit dem Sonnenrad 41 und über die Kupplung E mit dem Steg 45 des zweiten Nachschaltradsatzes RS4 verbindbar, wobei der Steg 45 der mit dem Hohlrad 33 des ersten Nachschaltradsatzes RS3 verbunden ist. Der den äußeren Plane-

tenrädern 22'' des Radsatzes RS2 und den Planetenrädern 12 des Radsatzes RS1 gemeinsame Steg 15 (Drehzahl n_1) ist über die Kupplung A mit dem Sonnenrad 31 des Radsatzes RS3 verbindbar und über die Kupplung F mit dem Sonnenrad 41 des Radsatzes RS4 verbindbar. Außerdem ist der Steg 15 mit den Stegen 25'' der äußeren Planetenräder 22'' und 25' der inneren Planetenräder 22' des Radsatzes RS2 verbunden. Die gekoppelten Hohlräder 13 und 23 (Drehzahl n_2) der Radsätze RS1 und RS2 sind über die Kupplung D mit dem Steg 45 sowie über die Kupplung C mit dem Sonnenrad 41 des Radsatzes RS4 verbindbar. Der Steg 35 des Radsatzes RS3 ist mit dem Hohlrad 43 des Radsatzes RS4 und mit der Abtriebswelle 2 verbunden.

Mit diesem Mehrstufengetriebe lassen sich durch selektives Schliessen der Schaltelemente A bis F in der in der Figur 15B dargestellten Weise die elf Vorwärtsgänge schalten.

Schließlich wird im Zusammenhang mit der Figur 16A ein weiteres erfindungsgemäßes Mehrstufengetriebe beschrieben, bei dem durch acht Schaltelemente siebzehn Vorwärtsgänge schaltbar sind. Ähnlich des Ausführungsbeispiels 11A, sind hier insgesamt vier gekoppelte, nicht schaltbare Vorschalt-radsätze vorgesehen. Der Vorschalt-radsatz RS1 besteht dabei aus einem Radsatz RS1a und einen Radsatz RS1b, der Vorschalt-radsatz RS2 aus einem Radsatz RS2a und einem Radsatz RS2b.

Die Antriebswelle 1 ist mit dem Sonnenrad 11a des ersten Vorschalt-radsatzes RS1a (Plus-Getriebe) verbunden und über die Kupplung A mit dem Sonnenrad 31 des ersten Nachschalt-radsatzes RS3 verbindbar, sowie über die Kupplung E

mit den Stegen 35' der inneren Planetenräder 32' und 35'' der äußeren Planetenräder 32'' des Radsatzes RS3 (Plus-Getriebe) verbindbar. Der Steg 15a' der inneren Planetenräder 12a' des Radsatzes RS1a und der Steg 15'' der äußeren Planetenräder 12a'' des Radsatzes RS1a sind miteinander verbunden. Der Radsatz RS1b ist als Minus-Getriebe ausgebildet. Hierbei entspricht das Sonnenrad 11b des zweiten Vorschalt-Radsatzes RS1b dem Sonnenrad 21a des dritten Vorschalt-Radsatzes RS2a. Weiterhin entspricht das Hohlrad 13b des zweiten Radsatzes RS1b dem Hohlrad 23b des vierten Vorschalt-Radsatzes RS2b. Die äußeren Planetenräder 12a'' des Radsatzes RS1a, die Planetenräder 12b des Radsatzes RS1b, die Planetenräder 22a des Radsatzes RS2a und die Planetenräder 22b des Radsatzes RS2b sind als Stufenplanet aneinandergekoppelt. Ihnen ist der Steg 15a'' gemeinsam zugeordnet. Der Steg 15a'' (Drehzahl n_{1b}) ist über die Kupplung G mit dem Sonnenrad 41 des zweiten Nachschalt-Radsatzes RS4 (Minus-Getriebe) sowie über die Kupplung D mit dem Steg 35' der inneren Planetenräder 32' des ersten Nachschalt-Radsatzes RS3 verbindbar. Der Radsatz RS3 ist als Plus-Getriebe ausgebildet. Die äußeren Planetenräder 32'' des Radsatzes RS3 sind an die Planetenräder 42 des Radsatzes RS4 gekoppelt. Der Steg 35' der inneren Planetenräder 32' ist mit dem Steg 35'' der äußeren Planetenräder 32'' des Radsatzes RS3 verbunden. Das Sonnenrad 11b des Radsatzes RS1b ist mit dem Gehäuse verbunden. Das Sonnenrad 21b des Radsatzes RS2b (Drehzahl n_{2b}) ist über die Kupplung F mit dem Sonnenrad 41 verbindbar, welches über die Bremse C ebenfalls mit dem Gehäuse verbindbar ist. Die Hohlräder 13a des Radsatzes RS1a und 13b des Radsatzes RS1b sind miteinander verbunden und über die Kupplung B (Drehzahl n_{1a}) mit dem Sonnenrad 41 verbindbar. Der Steg 35'' (und damit auch Steg 35') ist mit dem Steg 45 sind miteinander verbunden.

Das Hohlrad 23a des Radsatzes RS2a (Drehzahl n_{2a}) ist über die Kupplung H mit dem Sonnenrad 41 des Radsatzes RS4 verbindbar. Schließlich sind die Hohlräder 33 und 43 mit der Abtriebswelle 2 verbunden.

5

Mit diesem Mehrstufengetriebe lassen sich in Verbindung mit den in Figur 16B aufgeführten Standübersetzungen der Radsätze durch selektives Schliessen der acht Schaltelemente A bis H in der in Figur 16B dargestellten Weise insgesamt siebzehn Vorwärtsgänge schalten.

10

Ähnlich den Ausführungsformen 12, 13 und 14 eignen sich die beschriebenen Ausführungsformen 15 und 15 des erfindungsgemäßen Mehrstufengetriebes für Motorräder und insbesondere als Nabenschaltung für Fahrräder, mit einer entsprechend hohen Gangzahl.

15

B e z u g s z e i c h e n

	VS	Vorschalt-Planetenradsatz
5	RS1	erster Vorschalt-Planetenradsatz, erster Planetenradsatz
	RS1a	erster Vorschalt-Planetenradsatz
	RS1b	zweiter Vorschalt-Planetenradsatz
	RS2	zweiter Vorschalt-Planetenradsatz, zweiter Planetenradsatz
10	RS2a	dritter Vorschalt-Planetenradsatz
	RS2b	vierter Vorschalt-Planetenradsatz
	NS	Nachsalt-Planetenradsatz
15	RS3	erster Nachsalt-Planetenradsatz, dritter Planetenradsatz
	RS4	zweiter Nachsalt-Planetenradsatz, vierter Planetenradsatz
20	A - H	erstes bis achttes Schaltelement (Kupplung oder Bremse)
	n	Eingangsdrehzahl der Antriebswelle
	n1	Ausgangsdrehzahl des Planetenradsatzes RS1
	n1a	Ausgangsdrehzahl des Planetenradsatzes RS1a
25	n1b	Ausgangsdrehzahl des Planetenradsatzes RS1b
	n2	Ausgangsdrehzahl des Planetenradsatzes RS2
	n2a	Ausgangsdrehzahl des Planetenradsatzes RS2a
	n2b	Ausgangsdrehzahl des Planetenradsatzes RS2b
30	1	Antriebswelle
	2	Abtriebswelle
	11	Sonnenrad des Radsatzes RS1
	11a	Sonnenrad des Radsatzes RS1a

	11b	Sonnenrad des Radsatzes RS1b
	12	Planetenrad des Radsatzes RS1
	12'	inneres Planetenrad des Radsatzes RS1
	12''	äußeres Planetenrad des Radsatzes RS1
5	12a	Planetenrad des Radsatzes RS1a
	12a'	inneres Planetenrad des Radsatzes RS1a
	12a''	äußeres Planetenrad des Radsatzes RS1a
	12b	Planetenrad des Radsatzes RS1b
	12b'	inneres Planetenrad des Radsatzes RS1b
10	12b''	äußeres Planetenrad des Radsatzes RS1b
	13	Hohlrad des Radsatzes RS1
	13a	Hohlrad des Radsatzes RS1a
	13b	Hohlrad des Radsatzes RS1b
	15	Steg des Radsatzes RS1
15	15'	Steg der inneren Planetenräder des Radsatzes RS1
	15''	Steg der äußeren Planetenräder des Radsatzes RS1
	15a	Steg des Radsatzes RS1a
20	15a'	Steg der inneren Planetenräder des Radsatzes RS1a
	15a''	Steg der äußeren Planetenräder des Radsatzes RS1a
	15b	Steg des Radsatzes RS1b
25	15b'	Steg der inneren Planetenräder des Radsatzes RS1b
	15b''	Steg der äußeren Planetenräder des Radsatzes RS1b
	21	Sonnenrad des Radsatzes RS2
30	21a	Sonnenrad des Radsatzes RS2a
	21b	Sonnenrad des Radsatzes RS2b
	22	Planetenrad des Radsatzes RS2
	22'	inneres Planetenrad des Radsatzes RS2

	22``	äußeres Planetenrad des Radsatzes RS2
	22a	Planetenrad des Planetenradsatzes RS2a
	22b	Planetenrad des Radsatzes RS2b
	22b`	inneres Planetenrad des Radsatzes RS2b
5	22b``	äußeres Planetenrad des Radsatzes RS2b
	23	Hohlrad des Radsatzes RS2
	23a	Hohlrad des Radsatzes RS2a
	23b	Hohlrad des Radsatzes RS2b
	25	Steg des Radsatzes RS2
10	25`	Steg der inneren Planetenräder des Radsatzes RS2
	25``	Steg der äußeren Planetenräder des Radsatzes RS2
	25a	Steg des Radsatzes RS2a
15	25b	Steg des Radsatzes RS2b
	25b`	Steg der inneren Planetenräder des Radsatzes RS2b
	25b``	Steg der äußeren Planetenräder des Radsatzes RS2b
20	31	Sonnenrad des Planetenradsatzes RS3
	32	Planetenrad des Radsatzes RS3
	32`	inneres Planetenrad des Radsatzes RS3
	32``	äußeres Planetenrad des Radsatzes RS3
	33	Hohlrad des Radsatzes RS3
25	35	Steg des Radsatzes RS3
	35`	Steg der inneren Planetenräder des Radsatzes RS3
	35``	Steg der äußeren Planetenräder des Radsatzes RS3
30	41	Sonnenrad des Radsatzes RS4
	42	Planetenrad des Radsatzes RS4
	43	Hohlrad des Radsatzes RS4
	45	Steg des Radsatzes RS4

P a t e n t a n s p r ü c h e

1. Mehrstufengetriebe, mit einer Antriebswelle (1),
5 die mit einem Vorschalttradsatz (VS) verbunden ist, mit ei-
ner Abtriebswelle (2), die mit einem aus zwei schaltbaren,
gekoppelten Planetenradsätzen (RS3, RS4) bestehenden Nach-
schaltsatz (NS) verbunden ist, und mit Schaltelementen (A
bis H), wobei durch wahlweises Schalten der Schaltelemen-
10 te (A bis H) die Drehzahl der Antriebswelle (1) und die
Drehzahl des Vorschalttradsatzes (VS) selektiv auf den Nach-
schalttradsatz (NS) zur Schaltung von Gängen übertragbar
sind, dadurch g e k e n n z e i c h n e t , daß der
Vorschalttradsatz (VS) aus zwei nicht schaltbaren, gekoppel-
15 ten Planetenradsätzen (RS1, RS2) gebildet wird, wobei die
beiden Planetenradsätze (RS1, RS2) ausgangsseitig zwei
Drehzahlen (n_1 , n_2) erzeugen, die neben der Eingangsdreh-
zahl (n) der Antriebswelle (1) wahlweise auf mindestens
einen der zwei auf die Abtriebswelle (2) wirkenden schalt-
20 baren Planetenradsätze (RS3, RS4) des Nachschalttradsat-
zes (NS) durch selektives Schließen der Schaltelemen-
te (A bis F) derart schaltbar sind, daß zum Umschalten von
einem Gang in den nächstfolgenden höheren oder niedrigeren
Gang von den beiden gerade betätigten Schaltelementen je-
25 weils nur ein Schaltelement abgeschaltet und ein weiteres
Schaltelement zugeschaltet wird, und daß mindestens sieben
Vorwärtsgänge gebildet werden.

2. Mehrstufengetriebe nach Anspruch 1, dadurch g e -
30 k e n n z e i c h n e t , daß die Anzahl der Vorwärtsgän-
ge mindestens um Zwei größer ist als die Anzahl der Schalt-
elemente (A bis F).

3. Mehrstufengetriebe nach Anspruch 1 oder 2, dadurch
g e k e n n z e i c h n e t , daß als Vorschalt-
radsatz (VS) ein erster Planetenradsatz (RS1) und ein zwei-
ter Planetenradsatz (RS2) vorgesehen sind, die ein nicht
5 schaltbares Zweisteg-Vierwellen-Getriebe bilden, wobei min-
destens eine Welle mit der Eingangsdrehzahl (n) der An-
triebswelle (1) läuft und eine weitere Welle festgesetzt
ist, und daß der schaltbare Nachschaltradsatz (NS) ein
schaltbares Zweisteg-Vierwellen-Getriebe ist, das einen
10 dritten Planetenradsatz (RS3) und einen vierten Planeten-
radsatz (RS4) umfaßt.

4. Mehrstufengetriebe nach Anspruch 1, 2 oder 3, da-
durch g e k e n n z e i c h n e t , daß das Sonnen-
15 rad (11) des ersten Planetenradsatzes (RS1) und das Sonnen-
rad (21) des zweiten Planetenradsatzes (RS2) auf der An-
triebswelle (1) angeordnet sind, daß das Hohlrad (13) des
ersten Planetenradsatzes (RS1) festgesetzt ist und daß der
Steg (15) der Planetenräder (12) des ersten Planetenradsat-
20 zes(RS1) mit dem Steg (25) der Planetenräder (22) des zwei-
ten Planetenradsatzes (RS2) verbunden ist, daß das Hohl-
rad (23) des zweiten Planetenradsatzes (RS2) über ein vier-
tes Schaltelement (D) mit dem Hohlrad (33) des dritten Pla-
netenradsatzes (RS3) verbindbar ist, daß das Hohlrad (33)
25 des dritten Planetenradsatzes (RS3) mit dem Steg (45) der
Planetenräder (42) des vierten Planetenradsatzes (RS4) ver-
bunden ist, daß der Steg (15) des ersten Planetenradsat-
zes (RS1) über ein erstes Schaltelement (A) mit dem Sonnen-
rad (31) des dritten Planetenradsatzes (RS3) verbindbar
30 ist, daß der Steg (25) des zweiten Planetenradsatzes (RS2)
über ein drittes Schaltelement (C) mit dem Sonnenrad (41)
des vierten Planetenradsatzes (RS4) verbindbar ist, daß
der Steg (35) der Planetenräder (32) des dritten Planeten-

radsatzes (RS3) mit dem Hohlrad (43) des vierten Planetenradsatzes (RS4) und mit der Abtriebswelle (2) verbunden ist, daß die Antriebswelle (1) über ein zweites Schaltelement (B) mit dem Sonnenrad (41) des vierten Planetenradsatzes (RS4) und über ein fünftes Schaltelement (E) mit dem Steg (45) des vierten Planetenradsatzes (RS4) verbindbar ist (Figur 1A).

5. Mehrstufengetriebe nach Anspruch 1, 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Antriebswelle (1) mit dem Sonnenrad (11) des ersten Planetenradsatzes (RS1) und dem Hohlrad (21) des zweiten Planetenradsatzes (RS2) verbunden ist, daß der Steg (25) der Planetenräder (22) des zweiten Planetenradsatzes (RS2) festgesetzt ist und mit dem Hohlrad (13) des ersten Planetenradsatzes (RS1) verbunden ist, daß die Antriebswelle (1) über ein erstes Schaltelement (A) mit dem Sonnenrad (31) des dritten Planetenradsatzes (RS3) verbindbar ist und über ein fünftes Schaltelement (E) mit dem Steg (45) der Planetenräder (42) des vierten Planetenradsatzes (RS4) verbindbar ist, daß der Steg (45) des vierten Planetenradsatzes (RS4) mit dem Hohlrad (33) des dritten Planetenradsatzes (RS3) verbunden ist, daß der Steg (45) des vierten Planetenradsatzes (RS4) und das hiermit verbundene Hohlrad (33) des dritten Planetenradsatzes (RS3) durch viertes Schaltelement (D) festsetzbar sind, daß das Hohlrad (23) des zweiten Planetenradsatzes (RS2) durch ein drittes Schaltelement (C) mit dem Sonnenrad (41) des vierten Planetenradsatzes (RS4) verbindbar ist, daß der Steg (15) der Planetenräder (12) des ersten Planetenradsatzes (RS1) durch ein zweites Schaltelement (B) mit dem Sonnenrad (41) des vierten Planetenradsatzes (RS4) verbindbar ist und daß das Hohlrad (42) des vierten Planetenradsatzes (RS4) mit dem

Steg (35) der Planetenräder (32) des dritten Planetenradsatzes (RS3) und mit der Abtriebswelle (2) verbunden ist (Fig. 2A).

5 6. Mehrstufengetriebe nach Anspruch 1, 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Antriebswelle (1) mit dem Sonnenrad (11) des ersten Planetenradsatzes (RS1) verbunden ist, daß der Steg (15) der Planetenräder (12) des ersten Planetenradsatzes (RS1) mit dem
10 Steg (25'') der äußeren Planetenräder (22'') und dem Steg (25') der inneren Planetenräder (22') des zweiten Planetenradsatzes (RS2) verbunden ist, daß die Planetenräder (12) des ersten Planetenradsatzes (RS1) mit den äußeren Planetenrädern (22') des zweiten Planetenradsatzes (RS2) gekoppelt sind, daß das Hohlrad (13) des ersten Planetenradsatzes (RS1) mit dem Hohlrad (23) des zweiten Planetenradsatzes (RS2) verbunden ist, daß das Hohlrad (13) des ersten Planetenradsatzes (RS1) festgesetzt ist, daß der
15 Steg (35'') der äußeren Planetenräder (32'') des dritten Planetenradsatzes (RS3) mit dem Steg (35') der inneren Planetenräder (32') des dritten Planetenradsatzes (RS3) und mit dem Steg (45) der Planetenräder (42) des vierten Planetenradsatzes (RS4) verbunden ist, daß beide Stege (35', 35'') des dritten Planetenradsatzes (RS3) und der damit verbundene Steg (45) des vierten Planetenradsatzes (RS4) durch ein
20 viertes Schaltelement (D) festsetzbar sind, daß die Antriebswelle (1) durch ein erstes Schaltelement (A) mit dem Sonnenrad (31) des dritten Planetenradsatzes (RS3) verbindbar ist, daß die Antriebswelle (1) durch ein fünftes Schaltelement (E) mit den Stegen (35', 35'') des dritten Planetenradsatzes (RS3) und dem damit verbundenen Steg (45) des vierten Planetenradsatzes (RS4) verbindbar ist, daß die Planetenräder (42) des vierten Planetenradsatzes (RS4) mit
25
30

den äußeren Planetenrädern (32'') des dritten Planetenradsatzes (RS3) gekoppelt sind, daß das Sonnenrad (21) des zweiten Planetenradsatzes (RS2) durch ein drittes Schaltelement (C) mit dem Sonnenrad (41) des vierten Planetenradsatzes (RS4) verbindbar ist, daß der Steg (15) des ersten Planetenradsatzes (RS1) und die beiden damit verbundenen Stege (25', 25'') des zweiten Planetenradsatzes (RS2) über ein zweites Schaltelement (B) mit dem Sonnenrad (41) des vierten Planetenradsatzes (RS4) verbindbar ist und daß das Hohlrad (33) des dritten Planetenradsatzes (RS3) und das daran gekoppelte Hohlrad (43) des vierten Planetenradsatzes (RS4) mit der Abtriebswelle (1) verbunden sind (Fig. 3A).

7. Mehrstufengetriebe nach Anspruch 1, 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Planetenräder (12) des ersten Planetenradsatzes (RS1) an die Planetenräder (22) des zweiten Planetenradsatzes (RS2) gekoppelt sind, daß das Sonnenrad (11) des ersten Planetenradsatzes (RS1) festgesetzt ist, daß der Steg (15) der Planetenräder (12) des ersten Planetenradsatzes (RS1) und der Steg (25) der Planetenräder (22) des zweiten Planetenradsatzes (RS2) miteinander verbunden sind, daß die Abtriebswelle (1) mit dem Hohlrad (13) des ersten Planetenradsatzes (RS1) und dem Hohlrad (23) des zweiten Planetenradsatzes verbunden ist, daß das Sonnenrad (21) des zweiten Planetenradsatzes (RS2) über ein viertes Schaltelement (D) mit dem Steg (45) der Sonnenräder (42) des vierten Planetenradsatzes (RS4) verbindbar ist, daß der Steg (15) des ersten Planetenradsatzes (RS1) und der damit verbundene Steg (25) des zweiten Planetenradsatzes (RS2) über ein drittes Schaltelement (C) mit dem Hohlrad (43) des vierten Planetenradsatzes (RS4) verbindbar ist, daß die Antriebs-

welle (1) über ein zweites Schaltelement (B) mit dem Hohlrad (43) des vierten Planetenradsatzes (RS4) verbindbar ist, daß die Antriebswelle (1) über ein fünftes Schaltelement (E) mit dem Hohlrad (33) des dritten Planetenradsatzes (RS3) verbindbar ist, daß das Hohlrad (33) des dritten Planetenradsatzes (RS3) mit dem Steg (45) des vierten Planetenradsatzes (RS4) verbunden ist, daß der Steg (35) der Planetenräder (32) des dritten Planetenradsatzes (RS3) mit der Abtriebswelle (2) verbunden ist und daß das Sonnenrad (31) des dritten Planetenradsatzes (RS3) und (41) des vierten Planetenradsatzes (RS4) miteinander verbunden sind und über ein erstes Schaltelement (A) festsetzbar sind (Figur 4A).

8. Mehrstufengetriebe nach Anspruch 1, 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Antriebswelle (1) mit dem Sonnenrad (11) des ersten Planetenradsatzes (RS1) verbunden ist, daß das Sonnenrad (11) des ersten Planetenradsatzes (RS1) mit dem Sonnenrad (21) des zweiten Planetenradsatzes (RS2) verbunden ist, daß das Hohlrad (11) des ersten Planetenradsatzes (RS1) festgesetzt ist, daß der Steg (15) der Planetenräder (12) des ersten Planetenradsatzes (RS1) mit dem Steg (25) der Planetenräder (22) des zweiten Planetenradsatzes (RS2) verbunden ist, daß das Hohlrad (23) des zweiten Planetenradsatzes (RS2) über ein viertes Schaltelement (D) mit dem Steg (45) des vierten Planetenradsatzes (RS4) verbindbar ist, daß der Steg (45) des vierten Planetenradsatzes (RS4) mit dem Hohlrad (33) des dritten Planetenradsatzes (RS3) verbunden ist, daß die Antriebswelle (1) über ein erstes Schaltelement (A) mit dem Sonnenrad (31) des dritten Planetenradsatzes (RS3) und dem damit verbundenen Sonnenrad (41) des vierten Planetenradsatzes (RS4) verbunden ist, daß die

Antriebswelle (1) über ein fünftes Schaltelement (E) mit dem Steg (45) des vierten Planetenradsatzes (RS4) und dem damit verbundenen Hohlrad (33) des dritten Planetenradsatzes (RS3) verbindbar ist, daß der Steg (15) des ersten Planetenradsatzes (RS1) und der damit verbundene Steg (25) des zweiten Planetenradsatzes (RS2) über ein zweites Schaltelement (B) mit dem Hohlrad (43) des vierten Planetenradsatzes (RS4) verbindbar ist, daß das Hohlrad (43) des vierten Planetenradsatzes (RS4) durch ein drittes Schaltelement (C) festsetzbar ist, und daß der Steg (35) der Planetenräder (32) des dritten Planetenradsatzes (RS3) mit der Abtriebswelle (2) verbunden ist (Figur 5A).

9. Mehrstufengetriebe nach Anspruch 1, 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Antriebswelle (1) mit dem Hohlrad (13) des ersten Planetenradsatzes (RS1) verbunden ist, daß das Hohlrad (13) des ersten Planetenradsatzes (RS1) mit dem Hohlrad (23) des zweiten Planetenradsatzes (RS2) verbunden ist, daß das Sonnenrad (11) des ersten Planetenradsatzes (RS1) festgesetzt ist, daß der Steg (15) der Planetenräder (12) des ersten Planetenradsatzes (RS1) mit dem Steg (25) der Planetenräder (22) des zweiten Planetenradsatzes (RS2) verbunden ist, daß das Sonnenrad (21) des zweiten Planetenradsatzes (RS2) über ein viertes Schaltelement (D) mit dem Steg (35') der inneren Planetenräder (32') des dritten Planetenradsatzes (RS3) verbindbar ist, daß der Steg (35') der inneren Planetenräder (32') des dritten Planetenradsatzes (RS3) mit dem Steg (35'') der äußeren Planetenräder (32'') des dritten Planetenradsatzes (RS3) verbunden ist, daß die äußeren Planetenräder (32'') des dritten Planetenradsatzes (RS3) an die Planetenräder (42) des vierten Planetenradsatzes (RS4) gekoppelt sind, daß der Steg (25) des zweiten Planeten-

radsatzes (RS2) über ein erstes Schaltelement (A) mit dem Sonnenrad (31) des dritten Planetenradsatzes (RS3) verbindbar ist, daß die Antriebswelle (1) über ein fünftes Schaltelement (E) mit dem Steg (35') und dem Steg (35'') des
5 dritten Planetenradsatzes (RS3) verbindbar ist, daß das Sonnenrad (21) des zweiten Planetenradsatzes (RS2) über ein sechstes Schaltelement (F) mit dem Sonnenrad (41) des vierten Planetenradsatzes (RS4) verbindbar ist, daß der Steg (15) des ersten Planetenradsatzes (RS1) und der
10 Steg (25) des zweiten Planetenradsatzes (RS2) über ein zweites Schaltelement (B) mit dem Sonnenrad (41) des vierten Planetenradsatzes (RS4) verbindbar sind, daß das Sonnenrad (41) des vierten Planetenradsatzes (RS4) über ein drittes Schaltelement (C) festsetzbar ist, daß das Hohlrad (33) des dritten Planetenradsatzes (RS3) mit dem Hohlrad (43) des vierten Planetenradsatzes (RS4) und mit der
15 Abtriebswelle (2) verbunden ist (Figur 6A).

10. Mehrstufengetriebe nach Anspruch 1, 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Antriebswelle (1) mit dem Hohlrad (13) des ersten Planetenradsatzes (RS1) verbunden ist, daß der Steg (15) der Planetenräder (12) des ersten Planetenradsatzes (RS1) mit dem Steg (25) der Planetenräder (22) des zweiten Planetenradsatzes (RS2) verbunden ist, daß das Hohlrad (13) des ersten Planetenradsatzes (RS1) mit dem Hohlrad (23) des zweiten Planetenradsatzes (RS2) verbunden ist, daß das Sonnenrad (11) des ersten Planetenradsatzes (RS1) festgesetzt ist, daß die Antriebswelle (1) über ein fünftes Schaltelement (E) mit dem Steg (45) der Planetenräder (42) des vierten Planetenradsatzes (RS4) verbindbar ist, der mit dem Hohlrad (33) des dritten Planetenradsatzes (RS3) verbunden ist, daß die Antriebswelle (1) über ein zweites Schaltelement (B) mit dem Sonnenrad (41) des vierten Planetenradsatzes (RS4) verbindbar ist, daß das Sonnenrad (41) des vierten Planetenradsatzes (RS4) über ein drittes Schaltelement (C) festsetzbar ist, daß das Hohlrad (33) des dritten Planetenradsatzes (RS3) mit dem Hohlrad (43) des vierten Planetenradsatzes (RS4) und mit der Abtriebswelle (2) verbunden ist (Figur 6A).

20 durch gekennzeichnet, daß die Antriebswelle (1) mit dem Hohlrad (13) des ersten Planetenradsatzes (RS1) verbunden ist, daß der Steg (15) der Planetenräder (12) des ersten Planetenradsatzes (RS1) mit dem Steg (25) der Planetenräder (22) des zweiten Planetenradsatzes (RS2) verbunden ist, daß das Hohlrad (13) des ersten Planetenradsatzes (RS1) mit dem Hohlrad (23) des zweiten Planetenradsatzes (RS2) verbunden ist, daß das Sonnenrad (11) des ersten Planetenradsatzes (RS1) festgesetzt ist, daß die Antriebswelle (1) über ein fünftes Schaltelement (E) mit dem Steg (45) der Planetenräder (42) des vierten Planetenradsatzes (RS4) verbindbar ist, der mit dem Hohlrad (33) des dritten Planetenradsatzes (RS3) verbunden ist, daß die Antriebswelle (1) über ein zweites Schaltelement (B) mit dem Sonnenrad (41) des vierten Planetenradsatzes (RS4) verbindbar ist, daß das Sonnenrad (41) des vierten Planetenradsatzes (RS4) über ein drittes Schaltelement (C) festsetzbar ist, daß das Hohlrad (33) des dritten Planetenradsatzes (RS3) mit dem Hohlrad (43) des vierten Planetenradsatzes (RS4) und mit der Abtriebswelle (2) verbunden ist (Figur 6A).

25

30

ment (B) mit dem Sonnenrad (41) des vierten Planetenradsatzes (RS4) verbindbar ist, daß der Steg (15) des ersten Planetenradsatzes (RS1) und der Steg (25) des zweiten Planetenradsatzes (RS2) über ein erstes Schaltelement (A) mit dem Sonnenrad (31) des dritten Planetenradsatzes (RS3) verbindbar sind und über ein sechstes Schaltelement (F) mit dem Sonnenrad (41) des vierten Planetenradsatzes (RS4) verbindbar sind, daß das Sonnenrad (21) des zweiten Planetenradsatzes (RS2) über ein drittes Schaltelement (C) mit dem Sonnenrad (41) des vierten Planetenradsatzes (RS4) verbindbar ist und über ein viertes Schaltelement (D) mit dem Steg (45) des vierten Planetenradsatzes (RS4) und dem Hohlrad (33) des dritten Planetenradsatzes (RS3) verbindbar ist und daß das Hohlrad (43) des vierten Planetenradsatzes (RS4) mit dem Steg (35) der Planetenräder (32) des dritten Planetenradsatzes (RS3) und mit der Abtriebswelle (2) verbunden ist (Fig. 7A).

11. Mehrstufengetriebe nach Anspruch 1, 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Antriebswelle (1) mit dem Sonnenrad (21) des zweiten Planetenradsatzes (RS2) und mit dem Steg (15') der inneren Planetenräder (12') des ersten Planetenradsatzes (RS1) verbunden ist, daß der Steg (15') der inneren Planetenräder (12') des ersten Planetenradsatzes (RS1) mit dem Steg (15'') der äußeren Planetenräder (12'') des ersten Planetenradsatzes (RS1) verbunden ist, daß der Steg (25) der Planetenräder (22) des zweiten Planetenradsatzes (RS2) festgesetzt und mit dem Sonnenrad (11) des ersten Planetenradsatzes (RS1) verbunden ist, daß die Antriebswelle (1) über ein erstes Schaltelement (A) mit dem Sonnenrad (31) des dritten Planetenradsatzes (RS3) verbindbar ist, daß das Hohlrad (23) des zweiten Planetenradsatzes (RS2) über ein drittes Schaltelement (C)

mit dem Sonnenrad (41) des vierten Planetenradsatzes (RS4) verbindbar ist, daß das Hohlrad (13) des ersten Planetenradsatzes (RS1) über ein zweites Schaltelement (B) mit dem Sonnenrad (41) des vierten Planetenradsatzes (RS4) verbindbar ist, daß die Antriebswelle (1) über ein fünftes Schaltelement (E) mit dem Steg (45) der Planetenräder (42) des vierten Planetenradsatzes (RS4) verbindbar ist, daß der Steg (45) des vierten Planetenradsatzes (RS4) mit dem Hohlrad (33) des dritten Planetenradsatzes (RS3) verbunden ist und über ein viertes Schaltelement (D) festsetzbar ist, daß das Sonnenrad (41) des vierten Planetenradsatzes (RS4) über ein sechstes Schaltelement (F) festsetzbar ist, und daß das Hohlrad (43) des vierten Planetenradsatzes (RS4) mit dem Steg (35) der Planetenräder (32) des dritten Planetenradsatzes (RS3) und mit der Abtriebswelle (2) verbunden ist (Figur 8A).

12. Mehrstufengetriebe nach Anspruch 1, 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Antriebswelle (1) mit dem Sonnenrad (21) des zweiten Planetenradsatzes (RS2) verbunden ist, daß die äußeren Planetenräder (22'') des zweiten Planetenradsatzes (RS2) mit den Planetenrädern (12) des ersten Planetenradsatzes (RS1) gekoppelt sind, daß das Sonnenrad (11) des ersten Planetenradsatzes (RS1) festgesetzt ist, daß die Antriebswelle (1) über ein zweites Schaltelement (B) mit dem Sonnenrad (41) des vierten Planetenradsatzes (RS4) verbindbar ist und über ein fünftes Schaltelement (E) mit dem Steg (45) der Planetenräder (42) des vierten Planetenradsatzes (RS4) verbindbar ist, der mit dem Hohlrad (33) des dritten Planetenradsatzes (RS3) verbunden ist, daß der den äußeren Planetenrädern (22'') des zweiten Planetenradsatzes (RS2) und den Planetenrädern (12) des ersten Planetenradsatzes (RS1) ge-

meinsame Steg (15) mit dem Steg (25') der inneren Planetenräder (22') des zweiten Planetenradsatzes (RS2) verbunden ist und über ein sechstes Schaltelement (F) mit dem Sonnenrad (41) des vierten Planetenradsatzes (RS4) verbindbar ist, daß das Hohlrad (13) des ersten Planetenradsatzes (RS1) mit dem Hohlrad (23) des zweiten Planetenradsatzes (RS2) verbunden ist und über ein viertes Schaltelement (D) mit dem Steg (45) des vierten Planetenradsatzes (RS4) verbindbar ist und über ein drittes Schaltelement (C) mit dem Sonnenrad (41) des vierten Planetenradsatzes (RS4) verbindbar ist, daß der den äußeren Planetenrädern (22') des zweiten Planetenradsatzes (RS2) und den Planetenrädern (12) des ersten Planetenradsatzes (RS1) gemeinsame Steg (15) über ein erstes Schaltelement (A) mit dem Sonnenrad (31) des dritten Planetenradsatzes (RS3) verbindbar ist, und daß das Hohlrad (43) des vierten Planetenradsatzes (RS4) mit dem Steg (35) der Sonnenräder (32) des dritten Planetenradsatzes (RS3) und der Abtriebswelle (2) verbunden ist (Figur 15A).

20

13. Mehrstufengetriebe nach dem Oberbegriff von Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Vorschaltradsatz (VS) aus einem nicht schaltbaren Planetenradsatz (RS1) gebildet wird, der ausgangsseitig eine Drehzahl (n_1) erzeugt, die neben der Eingangsdrehzahl (n) der Abtriebswelle wahlweise auf mindestens einen der zwei auf die Abtriebswelle (2) wirkenden, schaltbaren Planetenradsätze (RS3, RS4) des Nachschaltradsatzes (NS) durch selektives Schließen der Schaltelemente (A bis F) derart schaltbar ist, daß zum Umschalten von einem Gang in den jeweils folgenden höheren oder niedrigeren Gang von den beiden gerade betätigten Schaltelementen jeweils nur ein Schaltelement abgeschaltet und ein weiteres Schaltelement zugeschaltet

30

tet wird, wobei mindestens sieben Vorwärtsgänge gebildet werden und die Anzahl der Vorwärtsgänge um mindestens Zwei größer ist als die Anzahl der Schaltelemente.

5 14. Mehrstufengetriebe nach Anspruch 13, dadurch
g e k e n n z e i c h n e t , daß das Sonnenrad (11) des
Vorschalt-Planetenradsatzes (RS1) mit der Antriebswelle (1)
verbunden ist, daß der Steg (15') der inneren Planetenrä-
10 der (12'') des Vorschalt-Planetenradsatzes (RS1) festgesetzt
ist und mit dem Steg (15'') der äußeren Planetenrä-
der (12'') des Vorschalt-Planetenradsatzes (RS1) verbunden
ist, daß die Antriebswelle (1) über ein fünftes Schaltele-
ment (E) mit dem Steg (45) des zweiten Nachschalt-
15 Planetenradsatzes (RS4) verbindbar ist, wobei der Steg (45)
des zweiten Nachschalt-Planetensatzes (RS4) mit dem Steg
(35') der inneren Planetenräder (32') des zweiten Nach-
schalt-Planetenradsatzes (RS3) und mit dem Steg (35'') der
äußeren Planetenräder (32'') des zweiten Nachschalt-
20 Planetenradsatzes (RS3) verbunden ist und über ein viertes
Schaltelement (D) festsetzbar ist, daß die Antriebswel-
le (1) über ein zweites Schaltelement (B) mit dem Sonnen-
rad (41) des zweiten Nachschalt-Planetenrad-satzes (RS4)
verbindbar ist, daß der Steg (15') der inneren Planeten-
25 räder (12') und der Steg (15'') der äußeren Planetenrä-
der (12'') des Vorschalt-Planetenradsatzes (RS1) über ein
drittes Schaltelement (C) mit dem Sonnenrad (41) des zwei-
ten Nachschalt-Planetenradsatzes (RS4) verbindbar ist, daß
das Hohlrad (13) des Vorschalt-Planetenradsatzes (RS1) über
ein sechstes Schaltelement (F) mit dem Sonnenrad (41) des
30 zweiten Nachschalt-Planetenradsatzes (RS4) verbindbar ist
und über ein erstes Schaltelement (A) mit dem Sonnen-
rad (31) des ersten Nachschalt-Planetenradsatzes (RS3) ver-
bindbar ist, daß das Hohlrad (43) des zweiten Nachschalt-

Planetenradsatzes (RS4) mit dem Hohlrad (33) des ersten Nachschalt-Planetenradsatzes (RS3) und mit der Abtriebswelle (2) verbunden ist, und daß die äußeren Planetenräder (32'') des ersten Nachschalt-Planetenradsatzes (RS3) und die Planetenräder (42) des zweiten Nachschalt-Planetenradsatzes (RS4) miteinander gekoppelt sind (Figur 9A).

15. Mehrstufengetriebe nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß das Sonnenrad (11) des Vorschalt-Planetenradsatzes (RS1) mit der Antriebswelle (1) verbunden ist, daß das Hohlrad (13) des Vorschalt-Planetenradsatzes (RS1) festgesetzt ist, daß die Antriebswelle (1) über ein erstes Schaltelement (A) mit dem Sonnenrad (31) des ersten Nachschalt-Planetenradsatzes (RS3) verbindbar ist und über ein fünftes Schaltelement (E) mit dem Steg (45) der Planetenräder (42) des zweiten Nachschalt-Planetenradsatzes (RS4) verbindbar ist, daß der Steg (45) des zweiten Nachschalt-Planetenradsatzes (RS4) mit dem Hohlrad (33) des ersten Nachschalt-Planetenradsatzes (RS3) verbunden ist, daß der Steg (45) des zweiten Nachschalt-Planetenradsatzes (RS4) und das Hohlrad (33) des ersten Nachschalt-Planetenradsatzes (RS3) durch ein viertes Schaltelement (D) mit dem Steg (15) der Planetenräder (12) des Vorschalt-Planetenradsatzes (RS1) verbindbar sind, daß das Sonnenrad (41) des zweiten Nachschalt-Planetenradsatzes (RS4) über ein drittes Schaltelement (C) festsetzbar ist, daß der Steg (15) der Planetenräder (12) des Vorschalt-Planetenradsatzes (RS1) durch ein zweites Schaltelement (B) mit dem Sonnenrad (41) des zweiten Nachschalt-Planetenradsatzes (RS4) verbindbar ist und daß das Hohlrad (43) des zweiten Nachschalt-Planetenradsatzes (RS4) mit dem Steg (35) der Planetenräder (32) des ersten Nachschalt-

Planetenradsatzes (RS3) und mit der Abtriebswelle (2) verbunden ist (Fig. 12A).

16. Mehrstufengetriebe nach Anspruch 13, dadurch
5 g e k e n n z e i c h n e t , daß das Sonnenrad (11) des
Vorschalt-Planetenradsatzes (RS1) mit der Antriebswelle (1)
verbunden ist, daß der Steg (15') der inneren Planetenrä-
der (12') und der Steg (15'') der äußeren Planetenrä-
der (12'') des Vorschalt-Planetenradsatzes (RS1) miteinan-
10 der verbunden und festgesetzt sind, daß der Steg (35') der
inneren Planetenräder (32') des ersten Nachschalt-
Planetenradsatzes (RS3) mit dem Steg (35'') der äußeren
Planetenräder (32'') des ersten Nachschalt-Planetenradsatz-
es (RS3) und mit dem Steg (45) der Planetenräder (42) des
15 zweiten Nachschalt-Planetenradsatzes (RS4) verbunden ist,
daß die verbundenen Stege (35', 35'', 45) des ersten und
zweiten Nachschalt-Planetenradsatzes (RS3, RS4) durch ein
viertes Schaltelement (D) mit dem Hohlrad (13) des Vor-
schalt-Planetenradsatzes (RS1) verbindbar ist, daß die An-
20 triebswelle (1) durch ein erstes Schalt-element (A) mit dem
Sonnenrad (31) des ersten Nachschalt-Planetenradsat-
zes (RS3) verbindbar ist, daß die Antriebswelle (1) durch
ein fünftes Schaltelement (E) mit den verbundenen
Stegen (35'', 35', 45) des ersten und zweiten Nachschalt-
25 Planetenradsatzes (RS3, RS4) verbindbar ist, daß das Son-
nenrad (41) des zweiten Nachschalt-Planetenradsatzes (RS4)
durch ein drittes Schaltelement (C) festsetzbar ist, daß
das Hohlrad (13) des Vorschalt-Planetenradsatzes über ein
zweites Schaltelement (B) mit dem Sonnenrad (41) des zwei-
30 ten Nachschalt-Planetenradsatzes (RS4) verbindbar ist und
daß das Hohlrad (33) des ersten Nachschalt-Planetenradsat-
zes (RS3) und das daran gekoppelte Hohlrad (43) des zweiten

Nachschaft-Planetenradsatzes (RS4) mit der Abtriebswelle (1) verbunden sind (Fig. 13A).

17. Mehrstufengetriebe nach Anspruch 13, dadurch
5 g e k e n n z e i c h n e t , daß das Hohlrad (13) des
Vorschalt-Planetenradsatzes (RS1) mit der Antriebswelle (1)
verbunden ist, daß das Sonnenrad (11) des Vorschalt-Plane-
tenradsatzes (RS1) festgesetzt ist, daß die Antriebswel-
le (1) über ein fünftes Schaltelement (E) mit dem Steg (45)
10 der Planetenräder (42) des zweiten Nachschalt-Planetenrad-
satzes (RS4) verbindbar ist, wobei der Steg (45) mit dem
Sonnenrad (31) des ersten Nachschalt-Planetenradsat-
zes (RS3) verbunden ist und über ein erstes Schaltele-
ment (A) mit dem Hohlrad (33) des ersten Nachschalt-
15 Planetenradsatzes (RS3) verbindbar ist, wobei die Hohl-
räder (33, 43) des ersten und zweiten Nachschalt-
Planetenradsatzes (RS3, RS4) miteinander verbunden sind,
und wobei der Steg (15) des Vorschalt-Planetenradsat-
zes (RS1) über ein zweites Schaltelement (B) mit dem Son-
20 nenrad (41) des zweiten Nachschalt-Planetenradsatzes (RS4)
verbindbar ist und über ein viertes Schaltelement (D) mit
dem Steg (45) des zweiten Nachschalt-Planetenradsat-
zes (RS4) verbindbar ist, und daß der Steg (35) der Plane-
tenräder (32) des ersten Nachschalt-Planetenradsatzes (RS3)
25 mit der Abtriebswelle (2) verbunden ist (Fig. 14A).

18. Mehrstufengetriebe nach dem Oberbegriff von An-
spruch 1, dadurch g e k e n n z e i c h n e t , daß der
Vorschalttradsatz (VS) aus drei nicht schaltbaren, gekoppel-
30 ten Planetenradsätzen (RS1, RS2a, RS2b) gebildet wird, wo-
bei die drei Planetenradsätze (RS1, RS2a, RS2b) ausgangs-
seitig drei Drehzahlen (n_1 , n_{2a} , n_{2b}) erzeugen, die neben
der Eingangsdrehzahl (n) der Antriebswelle (1) wahlweise

auf mindestens einen der zwei auf die Abtriebswelle (2) wirkenden schaltbaren Planetenradsätzen (RS3, RS4) des Nachschaltradsatzes (NS) durch selektives Schließen der Schaltelemente (A bis G) derart schaltbar sind, daß zum
5 Umschalten von einem Gang in den nächstfolgenden hinteren oder niedrigeren Gang von den beiden gerade betätigten Schaltelementen jeweils nur ein Schaltelement abgeschaltet und ein weiteres Schaltelement zugeschaltet wird, und daß mindestens sieben Vorwärtsgänge gebildet werden.

10

19. Mehrstufengetriebe nach Anspruch 18, dadurch
g e k e n n z e i c h n e t , daß die Anzahl der Vor-
wärtsgänge mindestens um Zwei größer ist als die Anzahl der
Schaltelemente (A bis G).

15

20. Mehrstufengetriebe nach Anspruch 18 oder 19, da-
durch g e k e n n z e i c h n e t , daß als Vorschalt-
radsatz (VS) ein erster Vorschalt-Planetenradsatz (RS1),
ein zweiter Vorschalt-Planetenradsatz (RS2a) und ein drit-
20 ter Vorschalt-Planetenradsatz (RS2b) vorgesehen sind, die
ein nicht schaltbares Dreisteg-Fünfwellen-Getriebe bilden,
wobei mindestens eine Welle mit der Eingangsdrehzahl (n)
der Antriebswelle (1) läuft und mindestens eine weitere
Welle festgesetzt ist, und daß das schaltbare Nachschaltge-
25 triebe (NS) ein schaltbares Zweisteg-Vierwellen-Getriebe
ist, das einen ersten Nachschalt-Planetenradsatz (RS3) und
einen zweiten Nachschalt-Planetenradsatz (RS4) umfaßt.

21. Mehrstufengetriebe nach Anspruch 18, 19 oder 20,
30 dadurch g e k e n n z e i c h n e t , daß der erste
Vorschalt-Planetenradsatz (RS1) mit der Antriebswelle (11)
verbunden ist, daß die äußeren Planetenräder (22b'') des
dritten Vorschalt-Planetenradsatzes (RS2b) und die Plane-

tenräder (22a) des zweiten Vorschalt-Planetenradsatzes (RS2a) miteinander gekoppelt sind, daß der den Planetenrädern (22a) des zweiten Vorschalt-Planetenradsatzes (RS2a) und den äußeren Planetenräder (22b'') des dritten Vorschalt-Planetenradsatzes (RS2b) gemeinsame
5 Steg (25b'') mit dem Steg (25b') der inneren Planetenräder (22b') des dritten Vorschalt-Planetenradsatzes (RS2b) und mit dem Steg (15) der Planetenräder (12) des ersten Vorschalt-Planetenradsatzes (RS1) verbunden ist, daß das
10 Hohlrad (13) des ersten Vorschalt-Planetenradsatzes (RS1) und das Sonnenrad (21b) des dritten Vorschalt-Planetenradsatzes (RS2b) festgesetzt sind, daß das Hohlrad (23a) des zweiten Vorschalt-Planetenradsatzes (RS2a) und das Hohlrad (23b) des dritten Vorschalt-Planetenradsatzes (RS2b)
15 über ein viertes Schaltelement (D) mit dem Steg (45) der Planetenräder (42) des zweiten Nachschalt-Planetenradsatzes (RS4) verbindbar ist, daß der Steg (45) des zweiten Nachschalt-Planetenradsatzes (RS4) mit dem Hohlrad (33) des ersten Nachschalt-Planetenradsatzes (RS3) verbunden ist,
20 daß das Hohlrad (23a) des zweiten Vorschalt-Planetenradsatzes (RS2a) und das Hohlrad (23b) des dritten Vorschalt-Planetenradsatzes (RS2b) über ein sechstes Schaltelement (F) mit dem Hohlrad (43) des zweiten Nachschalt-Planetenradsatzes (RS4) verbindbar ist, daß die Antriebs-
25 welle (1) über ein erstes Schaltelement (A) mit dem Sonnenrad (41) des zweiten Nachschalt-Planetenradsatzes (RS4) und dem damit verbundenen Sonnenrad (31) des ersten Nachschalt-Planetenradsatzes (RS3) verbindbar ist und über ein fünftes Schaltelement (E) mit dem Steg (45) des zweiten Nachschalt-Planetenradsatzes (RS4) verbindbar ist, daß das Hohlrad (43) des zweiten Nachschalt-Planetenradsatzes (RS4)
30 über ein drittes Schaltelement (C) festsetzbar ist, das Sonnenrad (21a) des zweiten Vorschalt-Planetenradsatz-

zes (RS2a) über ein zweites Schaltelement (B) mit dem Hohlrad (43) des zweiten Nachschalt-Planetenradsatzes (RS4) verbindbar ist, der den Planetenrädern (22a) des zweiten Vorschalt-Planetenradsatzes (RS2a) und den äußeren Planetenrädern (22b'') des dritten Vorschalt-Planetenradsatzes (RS2b) gemeinsame Steg (25b'') über ein siebtes Schaltelement (G) mit dem Hohlrad (43) des zweiten Nachschalt-Planetenradsatzes (RS4) verbindbar ist und der Steg (35) der Planetenräder (32) des ersten Nachschalt-Planetenradsatzes (RS3) mit der Abtriebswelle (2) verbunden ist (Fig. 10A).

22. Mehrstufengetriebe nach dem Oberbegriff von Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Vorschaltradsatz (VS) aus mindestens vier nicht schaltbaren, gekoppelten Planetenradsätzen (RS1a, RS1b, RS2a, RS2b) gebildet wird, die ausgangsseitig vier Drehzahlen (n_{1a} , n_{1b} , n_{2a} , n_{2b}) erzeugen, die neben der Eingangsdrehzahl (n) der Antriebswelle (1) wahlweise auf mindestens einen der zwei auf die Abtriebswelle (2) wirkenden, schaltbaren Planetenradsätzen (RS3, RS4) des Nachschaltradsatzes (NS) durch selektives Schließen der Schaltelemente (A bis H) derart schaltbar sind, daß zum Umschalten von einem Gang in den nächstfolgenden höheren oder niedrigeren Gang von den beiden gerade betätigten Schaltelementen jeweils nur ein Schaltelement abgeschaltet und ein weiteres Schaltelement zugeschaltet wird, und daß mindestens sieben Vorwärtsgänge gebildet werden.

23. Mehrstufengetriebe nach Anspruch 22, dadurch gekennzeichnet, daß die Anzahl der Vorwärtsgänge mindestens um Zwei größer ist als die Anzahl der Schaltelemente (A bis H).

24. Mehrstufengetriebe nach Anspruch 22 oder 23, dadurch gekennzeichnet, daß als Vorschalttradsatz (VS) ein erster Vorschalt-Planetenradsatz (RS1a),
5 ein zweiter Vorschalt-Planetenradsatz (RS1b), ein dritter Vorschalt-Planetenradsatz (RS2a) und ein vierter Vorschalt-Planetenradsatz (RS2b) vorgesehen sind, die ein nicht schaltbares Viersteg-Sechswellen-Getriebe bilden, wobei
10 mindestens eine Welle mit der Eingangsdrehzahl (n) der Antriebswelle (1) läuft und mindestens eine weitere Welle festgesetzt ist, und daß das schaltbare Nachschaltgetriebe (NS) ein schaltbares Zweigsteg-Vierwellen-Getriebe ist, das einen ersten Nachschalt-Planetenradsatz (RS3) und einen
15 zweiten Nachschalt-Planetenradsatz (RS4) umfaßt.

25. Mehrstufengetriebe nach Anspruch 22, 23 oder 24, dadurch gekennzeichnet, daß die Planetenräder (12a) des ersten Vorschalt-Planetenradsatzes (RS1a) an die äußeren Planetenräder (12b'') des zweiten Vorschalt-
20 Planetenradsatzes (RS1b) gekoppelt sind, wobei der den Planetenrädern (12a) des ersten Vorschalt-Planetenradsatzes (RS1a) und den äußeren Planetenrädern (12b'') des zweiten Vorschalt-Planetenradsatzes (RS1b) gemeinsame
25 Steg (15b'') mit dem Steg (15b') der inneren Planetenräder (12b') des zweiten Vorschalt-Planetenradsatzes (RS1b) verbunden ist, daß die Planetenräder (22a) des dritten Vorschalt-Planetenradsatzes (RS2a) an die äußeren Planetenräder (22b'') des vierten Vorschalt-Planetenradsatzes (RS2b) gekoppelt sind, wobei der den Planetenrädern (22a) des
30 dritten Vorschalt-Planetenradsatzes (RS2a) und den äußeren Planetenrädern (22b'') des vierten Vorschalt-Planetenradsatzes (RS2b) gemeinsame Steg (25b'') mit dem Steg (25b') der inneren Planetenräder (22b') des vierten Vorschalt-

Planetenradsatzes (RS2b) und mit dem den Planetenrädern (12a) des ersten Vorschalt-Planetenradsatzes (RS1a) und den äußeren Planetenräder (12b'') des zweiten Vorschalt-Planetenradsatzes (RS1b) gemeinsamen Steg (15b'') verbunden ist, daß die Antriebswelle (1) mit dem Sonnenrad (11b) des zweiten Vorschalt-Planetenradsatzes (RS1b) und mit dem Sonnenrad (21a) des dritten Vorschalt-Planetenradsatzes (RS2a) verbunden ist, daß das Sonnenrad (11a) des ersten Vorschalt-Planetenradsatzes (RS1a) festgesetzt ist, daß das Hohlrad (13a) des ersten Vorschalt-Planetenradsatzes (RS1a) mit dem Hohlrad (13b) des zweiten Vorschalt-Planetenradsatzes (RS1b) verbunden ist und über ein zweites Schaltelement (B) mit dem Sonnenrad (41) des zweiten Nachschalt-Planetenradsatzes (RS4) verbindbar ist, daß die Antriebswelle (1) über ein erstes Schaltelement (A) mit dem Sonnenrad (31) des ersten Nachschalt-Planetenradsatzes (RS3) verbindbar ist und über ein fünftes Schaltelement (E) mit dem Hohlrad (33) des ersten Nachschalt-Planetenradsatzes (RS3) verbindbar ist, das mit dem Steg (45) der Planetenräder (42) des zweiten Nachschalt-Planetenradsatzes (RS4) verbunden ist, daß das Sonnenrad (21b) des vierten Vorschalt-Planetenradsatzes (RS2b) über ein erstes Schaltelement (D) mit dem Hohlrad (33) des ersten Nachschalt-Planetenradsatzes (RS3) und dem Steg (45) des zweiten Nachschalt-Planetenradsatzes (RS4) verbindbar ist und über ein sechstes Schaltelement (F) mit dem Sonnenrad (41) des zweiten Nachschalt-Planetenradsatzes (RS4) verbindbar ist, daß der Steg (25b'') der äußeren Planetenräder (22b'') des vierten Vorschalt-Planetenradsatzes (RS2b) über ein achttes Schaltelement (H) mit dem Sonnenrad (41) des zweiten Nachschalt-Planetenradsatzes (RS4) verbindbar ist, daß das Hohlrad (23a) des dritten Vorschalt-Planetenradsatzes (RS2a) mit dem Hohlrad (23b) des vierten Vorschalt-

Planetenradsatzes (RS2b) verbunden ist und über ein siebtes Schaltelement (G) mit dem Sonnenrad (41) des zweiten Nachschalt-Planetenradsatzes (RS4) verbindbar ist, daß das Sonnenrad (41) des zweiten Nachschalt-Planetenradsatzes (RS4) über ein drittes Schaltelement (C) festsetzbar ist und daß der Steg (35) der Planetenräder (32) des ersten Nachschalt-Planetenradsatzes (RS3) mit dem Hohlrad (43) des zweiten Nachschalt-Planetenradsatzes (RS4) und mit der Abtriebswelle (2) verbunden ist (Fig. 11A).

10

26. Mehrstufengetriebe nach Anspruch 22, 23 oder 24, dadurch gekennzeichnet, daß die Antriebswelle (1) mit dem Sonnenrad (11a) des ersten Vorschalt-Planetenradsatzes (RS1a) verbunden ist, daß die äußeren Planetenräder (12a'') des ersten Vorschalt-Planetenradsatzes (RS1a), die Planetenräder (12b) des zweiten Vorschalt-Planetenradsatzes (RS1b), die Planetenräder (22a) des dritten Vorschalt-Planetenradsatzes (RS2a) und die Planetenräder (22b) des vierten Vorschalt-Planetenradsatzes (RS2a) als Stufenplanet ausgebildet sind, daß der Steg (15a') der inneren Planetenräder (12a') des ersten Vorschalt-Planetenradsatzes (RS1a) mit dem Steg (15a'') der äußeren Planetenräder (12a'') des ersten Vorschalt-Planetenradsatzes (RS1a), dem Steg (15b) der Planetenräder (12b) des zweiten Vorschalt-Planetenradsatzes (RS1b), dem Steg (25a) der Planetenräder (22a) des dritten Vorschalt-Planetenradsatzes (RS2a) und dem Steg (25b) der Planetenräder (22b) des vierten Vorschalt-Planetenradsatzes (RS2b) verbunden ist und über ein siebtes Schaltelement (G) mit dem Sonnenrad (41) des zweiten Nachschalt-Planetenradsatzes (RS4) verbindbar ist, daß das Sonnenrad (11b) des zweiten Vorschalt-Planetenradsatzes (RS1b) festgesetzt ist, daß das Sonnenrad (41) des zweiten Nachschalt-Planetenradsat-

30

zes (RS4) über ein dritten Schaltelement (C) festsetzbar ist, daß das Hohlrad (23a) des dritten Vorschalt-Planetenradsatzes (RS2a) über ein achttes Schaltelement (H) mit dem Sonnenrad (41) des zweiten Nachschalt-Planetenradsatzes (RS4) verbindbar ist, daß die Antriebswelle (1) über ein erstes Schaltelement (A) mit dem Sonnenrad (31) des ersten Nachschalt-Planetenradsatzes (RS3) verbindbar ist, daß das Hohlrad (13a) des ersten Vorschalt-Planetenradsatzes (RS1a) und das Hohlrad (13b) des zweiten Vorschalt-Planetenradsatzes (RS1b) miteinander verbunden sind und über ein zweites Schaltelement (B) mit dem Sonnenrad (41) des zweiten Nachschalt-Planetenradsatzes (RS4) verbindbar sind, daß die verbundenen Stege (15a'', 15a') der äußeren und inneren Planetenräder (12a'', 12a') des ersten Vorschalt-Planetenradsatzes über ein viertes Schaltelement (D) mit dem Steg (35') der inneren Planetenräder (32') des ersten Nachschalt-Planetenradsatzes (RS3) verbindbar ist, daß die äußeren Planetenräder (32'') des ersten Nachschalt-Planetenradsatzes (RS3) und die Planetenräder (42) des zweiten Nachschalt-Planetenradsatzes (RS4) aneinander gekoppelt sind, daß der Steg (35'') der äußeren Planetenräder (32'') des ersten Nachschalt-Planetenradsatzes (RS3) mit dem Steg (35') der inneren Planetenräder (32') des ersten Nachschalt-Planetenradsatzes (RS3) und dem Steg (45) der Planetenräder (42) des zweiten Nachschalt-Planetenradsatzes (RS4) verbunden ist und durch ein fünftes Schaltelement (E) mit der Antriebswelle (1) verbindbar ist, daß das Sonnenrad (21b) des vierten Vorschalt-Planetenradsatzes (RS2b) über ein sechstes Schaltelement (F) mit dem Sonnenrad (41) des zweiten Nachschalt-Planetenradsatzes (RS4) verbindbar ist und daß das Hohlrad (33) des ersten Nachschalt-Planetenradsatzes (RS3) und das Hohlrad (43) des

.55

zweiten Nachschalt-Planetenradsatzes (RS4) gemeinsam mit der Abtriebswelle (2) verbunden ist (Fig. 16A).

1/16

FIG. 1A

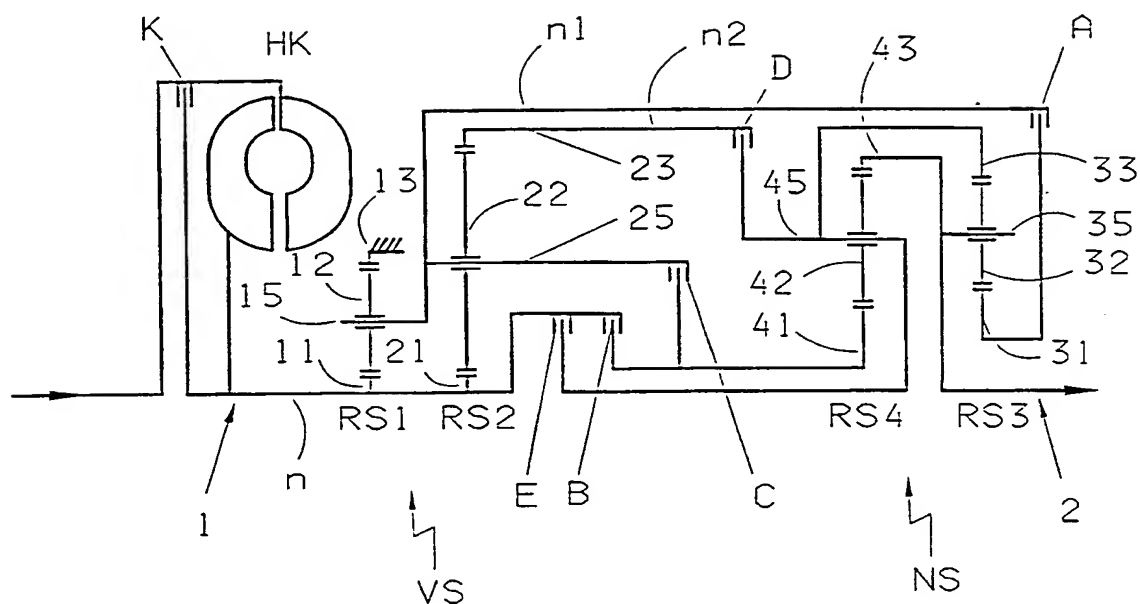


FIG. 1B

GESCHLOSSENE SCHALTELEMENTE

GANG	SCHALTELEMENT					UEBERSETZUNG	GANGSPRUNG (SPREIZUNG 9.15)
	A	B	C	D	E		
1			o	o		7.23	1.86
2	o			o		3.88	1.41
3	o		o			2.75	1.65
4	o	o				1.67	1.31
5	o				o	1.27	1.27
6		o			o	1	1.26
7			o		o	0.79	
R		o		o		-7.88	

STANDUEBERSETZUNGEN

$$I_0(RS3) = -2.0$$

$$I_0(RS4) = -2.4$$

$$I_0(RS1) = -1.75$$

$$I_0(RS2) = -4.0$$

FIG. 2A

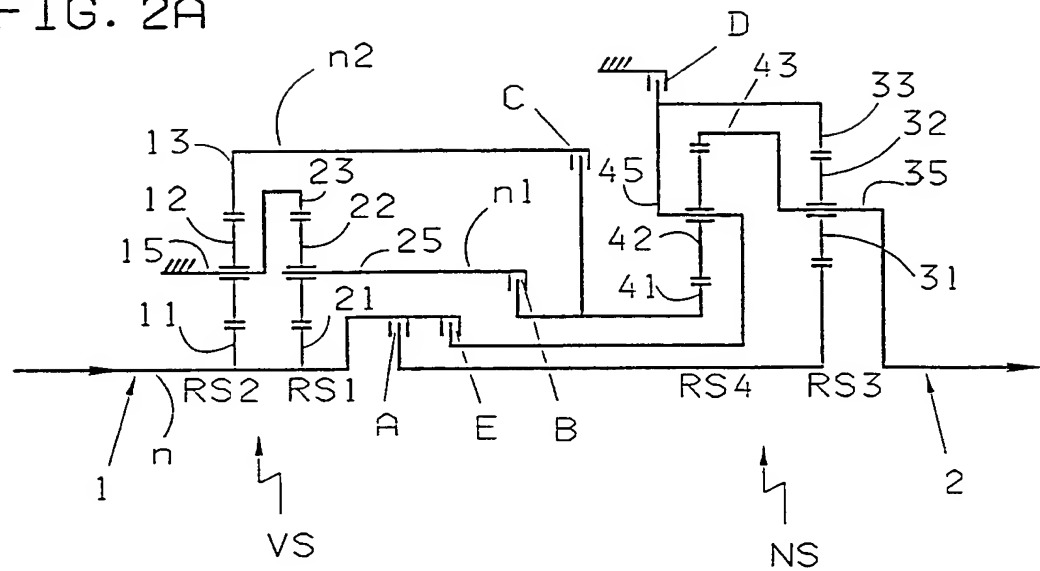


FIG. 2B

GESCHLOSSENE SCHALTELEMENTE

GANG	SCHALTELEMENT					UEBERSETZUNG	GANGSPRUNG (SPREIZUNG 9.0)
	A	B	C	D	E		
1			o	o		6.00	1.86
2	o			o		3.25	1.41
3	o		o			2.17	1.65
4	o	o				1.32	1.31
5	o				o	1	1.27
6		o			o	0.82	1.26
7			o		o	0.67	
R		o		o		-9.00	

STANDUEBERSETZUNGEN

$I_0(RS3) = -2.25$
 $I_0(RS4) = -3.0$
 $I_0(RS1) = -2.0$
 $I_0(RS2) = -2.0$

3/16

FIG. 3A

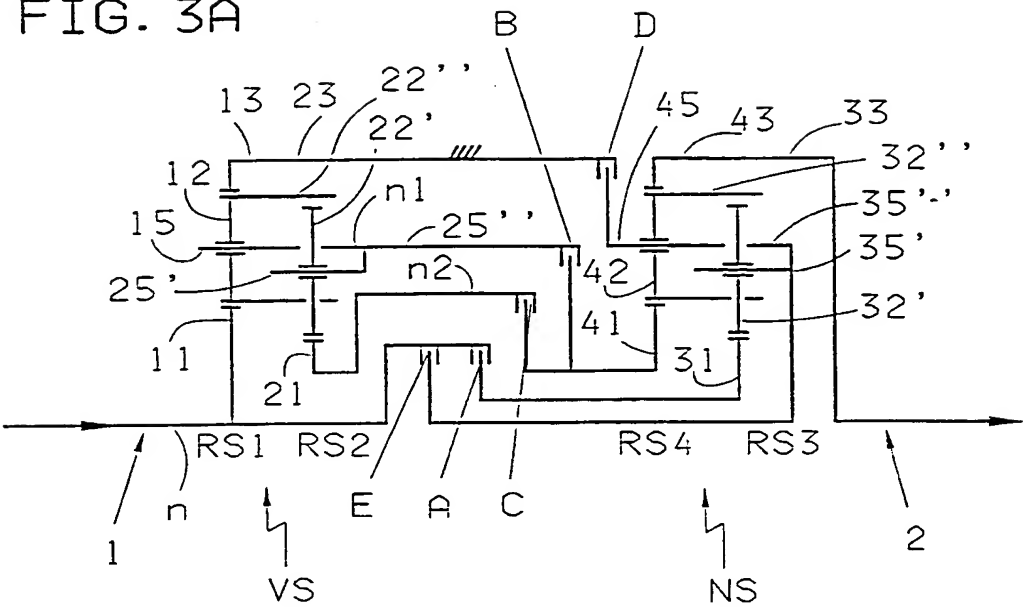


FIG. 3B

GESCHLOSSENE SCHALTELEMENTE

GANG	SCHALTELEMENT					UEBERSETZUNG	GANGSPRUNG (SPREIZUNG 9.0)
	A	B	C	D	E		
1			o	o		6.00	1.86 1.50 1.65 1.32 1.22 1.22
2	o			o		3.25	
3	o		o			2.17	
4	o	o				1.32	
5	o				o	1	
6		o			o	0.82	
7			o		o	0.67	
R		o		o		-9.00	

STANDUEBERSETZUNGEN

$I_0(RS3) = +3.25$
 $I_0(RS4) = -3.0$
 $I_0(RS1) = -2.0$
 $I_0(RS2) = +2.5$

4/16

FIG. 4A

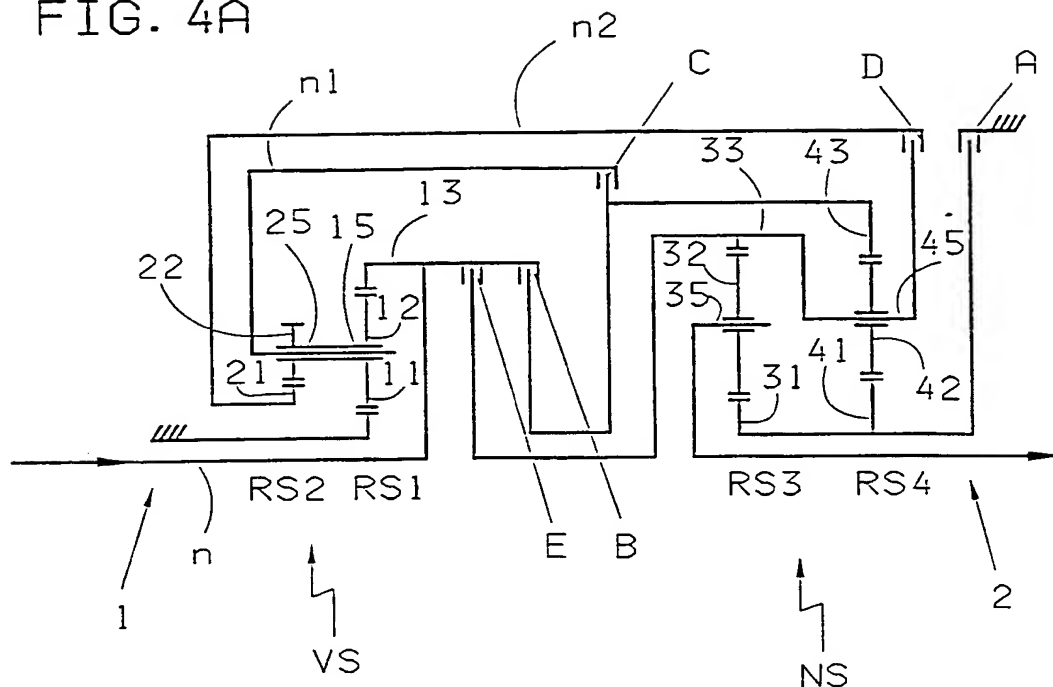


FIG. 4B

GESCHLOSSENE SCHALTELEMENTE

GANG	SCHALTELEMENT					UEBERSETZUNG	GANGSPRUNG (SPREIZUNG 10.2)
	A	B	C	D	E		
1			o	o		8.3	2.08 1.43 1.53 1.38 1.33 1.23
2	o			o		4.0	
3	o		o			2.8	
4	o	o				1.83	
5	o				o	1.33	
6		o			o	1	
7			o		o	0.81	
R		o		o		-8.6	

STANDUEBERSETZUNGEN

$$I_0(RS3) = -3.0$$

$$I_0(RS4) = -2.7$$

$$I_0(RS1) = -1.86$$

$$I_{12/22} = +1.7$$

5/16

FIG. 5A

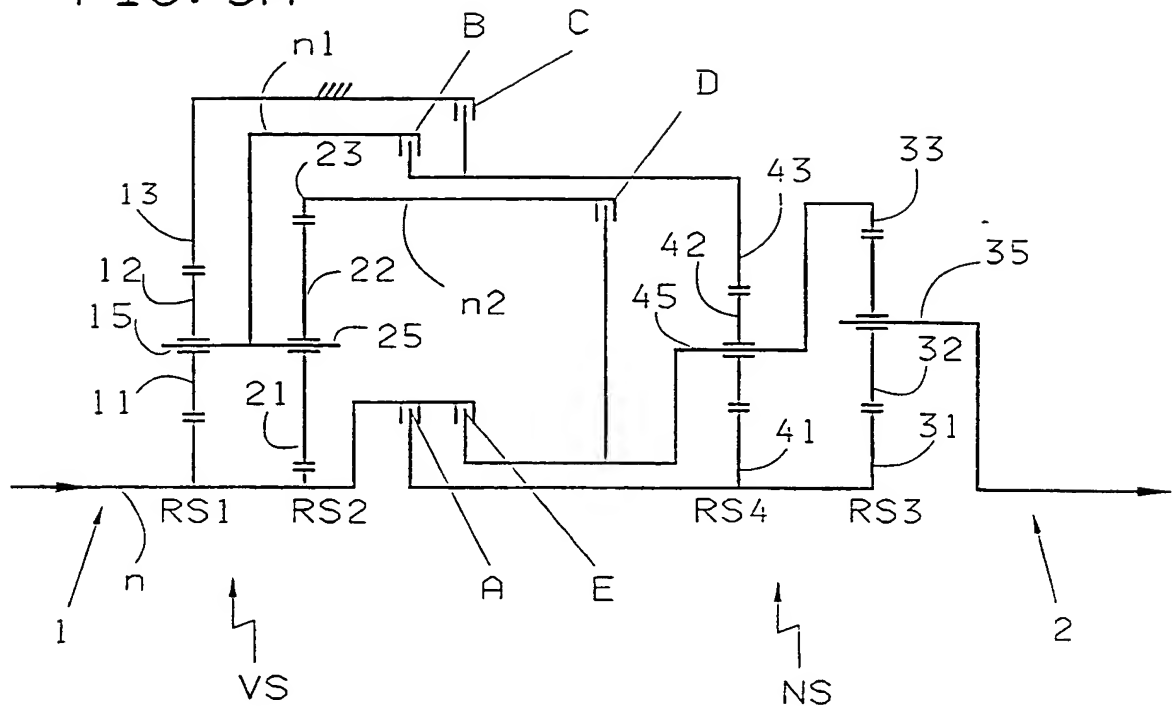


FIG. 5B

GESCHLOSSENE SCHALTELEMENTE

GANG	SCHALTELEMENT					UEBERSETZUNG	GANGSPRUNG (SPREIZUNG 15)
	A	B	C	D	E		
1			o	o		10.0	2.79 1.62 1.46 1.47 1.32 1.15
2	o			o		3.59	
3	o		o			2.15	
4	o	o				1.47	
5	o				o	1	
6		o			o	0.76	
7			o		o	0.66	
R		o		o		-9.37	

STANDUEBERSETZUNGEN

$$I_0(RS3) = -3.39$$

$$I_0(RS4) = -2.27$$

$$I_0(RS1) = -1.5$$

$$I_0(RS2) = -1.8$$

6/16

FIG. 6A

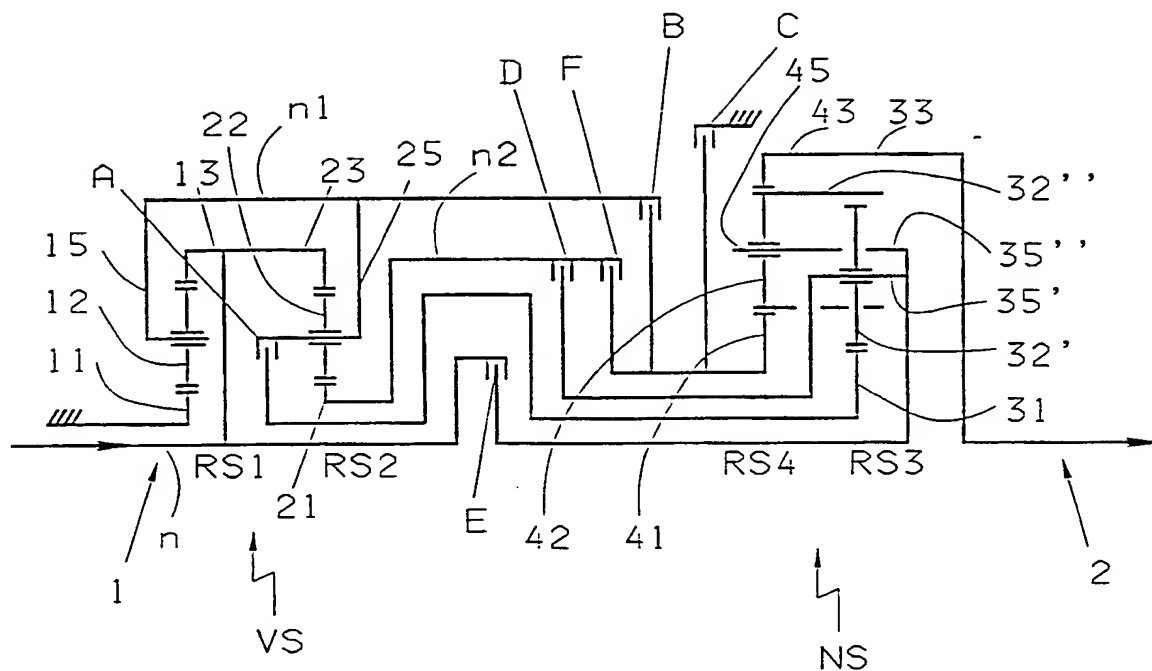


FIG. 6B

GESCHLOSSENE SCHALTELEMENTE

GANG	SCHALTELEMENT					
	A	B	C	D	E	F
1				o		o
2			o	o		
3	o			o		
4	o		o			
5	o					o
6	o	o				
7	o				o	
8		o			o	
9					o	o
10			o		o	
R		o		o		

STANDUEBERSETZUNGEN

$$I_0(RS3) = +2.6$$

$$I_0(RS4) = -2.0$$

$$I_0(RS1) = -2.3$$

$$I_0(RS2) = -1.8$$

7/16

FIG. 7A

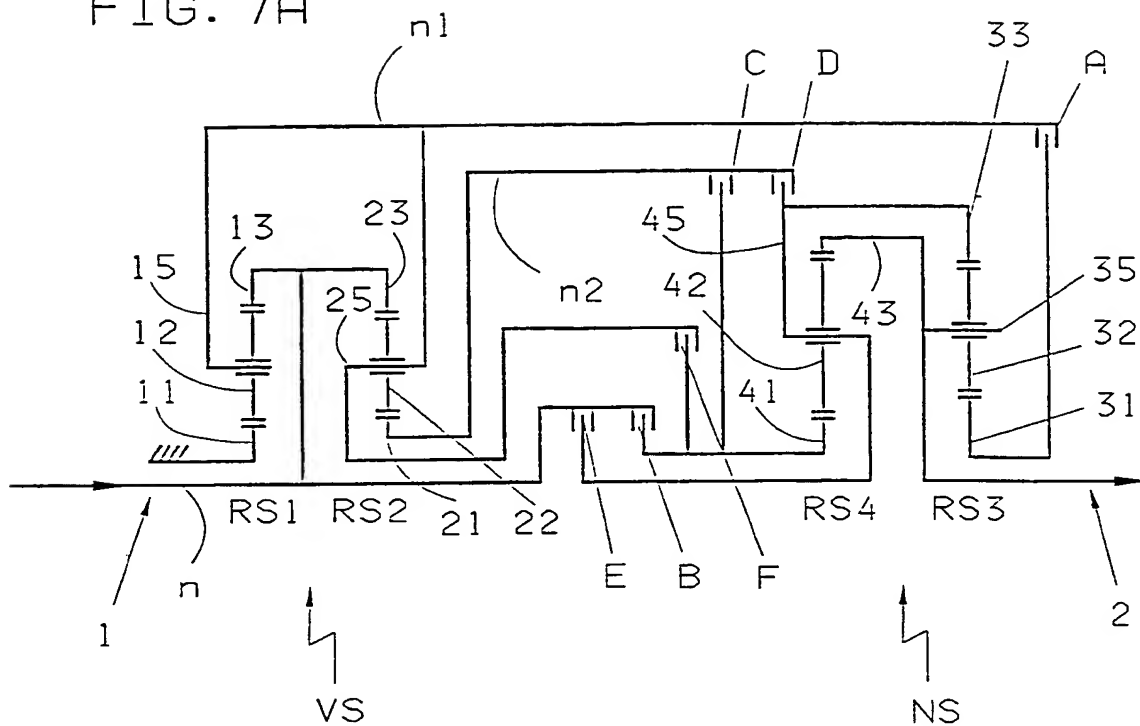


FIG. 7B

GESCHLOSSENE SCHALTELEMENTE

GANG	SCHALTELEMENT					
	A	B	C	D	E	F
1			o	o		
2	o			o		
3	o		o			
4	o					o
5	o	o				
6	o				o	
7		o			o	
8					o	o
9			o		o	
R1				o		o
R2		o		o		

STANDUEBERSETZUNGEN

$$I_0(RS3) = -2.5$$

$$I_0(RS4) = -3.2$$

$$I_0(RS1) = -2.2$$

$$I_0(RS2) = -1.85$$

9/16

FIG. 9A

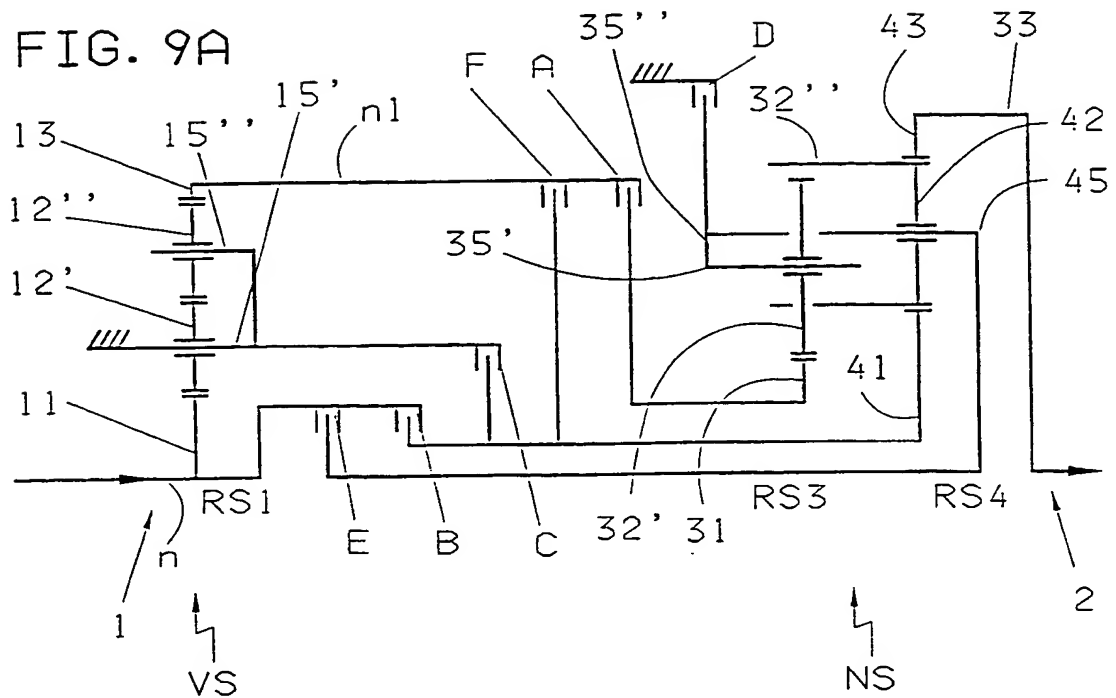


FIG. 9B

GESCHLOSSENE SCHALTELEMENTE

GANG	SCHALTELEMENT						UEBERSETZUNG	GANGSPRUNG (SPREIZUNG 9.7)
	A	B	C	D	E	F		
1	o			o			5.43	1.72 1.45 1.36 1.25 1.27 1.23 1.16
2	o		o				3.15	
3	o					o	2.17	
4	o	o					1.59	
5	o				o		1.27	
6		o			o		1	
7					o	o	0.81	
8			o		o		0.70	
R1				o		o	-5.08	
R2		o		o			-2.38	

STANDUEBERSETZUNGEN

$$I_0(RS3) = +2.5$$
$$I0(RS4) = -2.33$$
$$I0(RS1) = +2.17$$

10/16

FIG. 10A

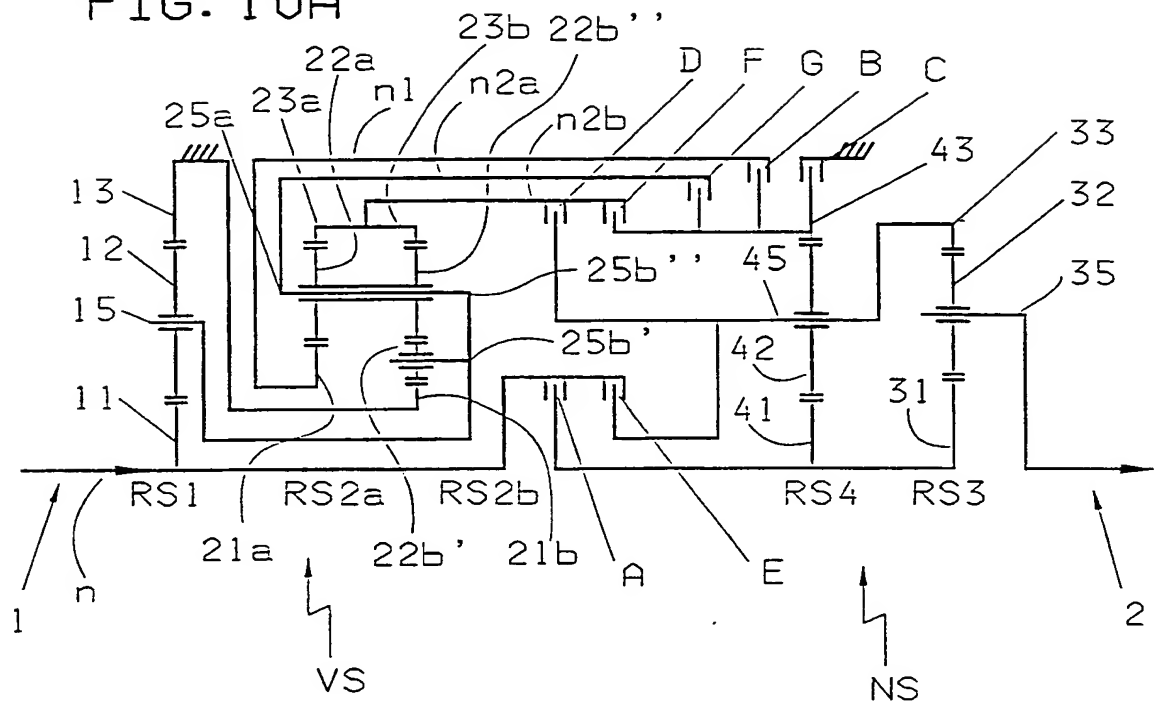


FIG. 10B

GESCHLOSSENE SCHALTELEMENTE

GANG	SCHALTELEMENT						
	A	B	C	D	E	F	G
1				o			o
2				o		o	
3			o	o			
4	o			o			
5	o		o				
6	o					o	
7	o						o
8	o	o					
9	o				o		
10		o			o		
11					o		o
12					o	o	
13			o		o		
R		o		o			

STANDUEBERSETZUNGEN

$$\begin{aligned}
 I_0(RS3) &= -3.4 \\
 I_0(RS4) &= -2.2 \\
 I_0(RS1) &= -2.3 \\
 I_0(RS2a) &= -2.3 \\
 I_0(RS2b) &= +1.8
 \end{aligned}$$

FIG. 11A

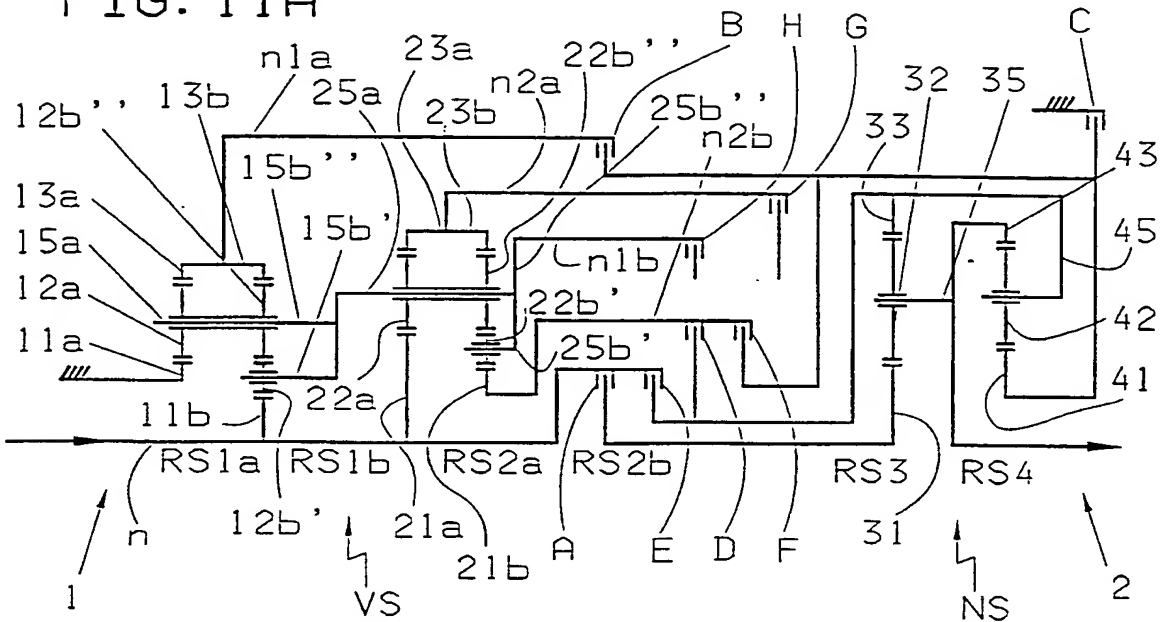


FIG. 11B

GESCHLOSSENE SCHALTELEMENTE

GANG	SCHALTELEMENT							
	A	B	C	D	E	F	G	H
1				o				o
2				o			o	
3				o		o		
4			o	o				
5	o			o				
6	o		o					
7	o					o		
8	o						o	
9	o							o
10	o	o						
11	o				o			
12		o			o			
13					o			o
14					o		o	
15					o	o		
16			o		o			
R		o		o				

STANDUEBERSETZUNGEN
 $I_0(RS3) = -2.8$
 $I_0(RS4) = -2.0$
 $I_0(RS1a) = -2.0$
 $I_0(RS1b) = +2.5$
 $I_0(RS2a) = -3.4$
 $I_0(RS2b) = +1.6$

12/16

FIG. 12A

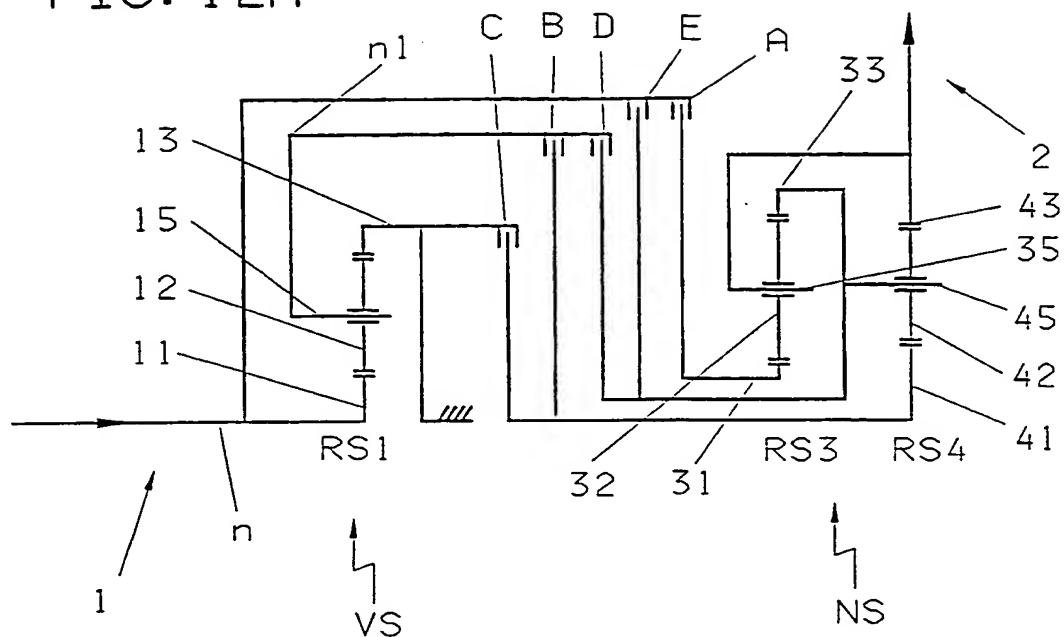


FIG. 12B

GESCHLOSSENE SCHALTELEMENTE

GANG	SCHALTELEMENT					UEBERSETZUNG	GANGSPRUNG (SPREIZUNG 3.2)
	A	B	C	D	E		
1		°		°		2.5	1.30 1.20 1.16 1.15 1.20 1.18 1.10
2			°	°		1.92	
3	°			°		1.6	
4	°		°			1.38	
5	°	°				1.2	
6	°				°	1	
7		°			°	0.85	
8			°		°	0.77	

STANDUEBERSETZUNGEN

$$I_0(RS3) = -1.7$$

$$I_0(RS4) = -3.3$$

$$I_0(RS1) = -1.5$$

13/16

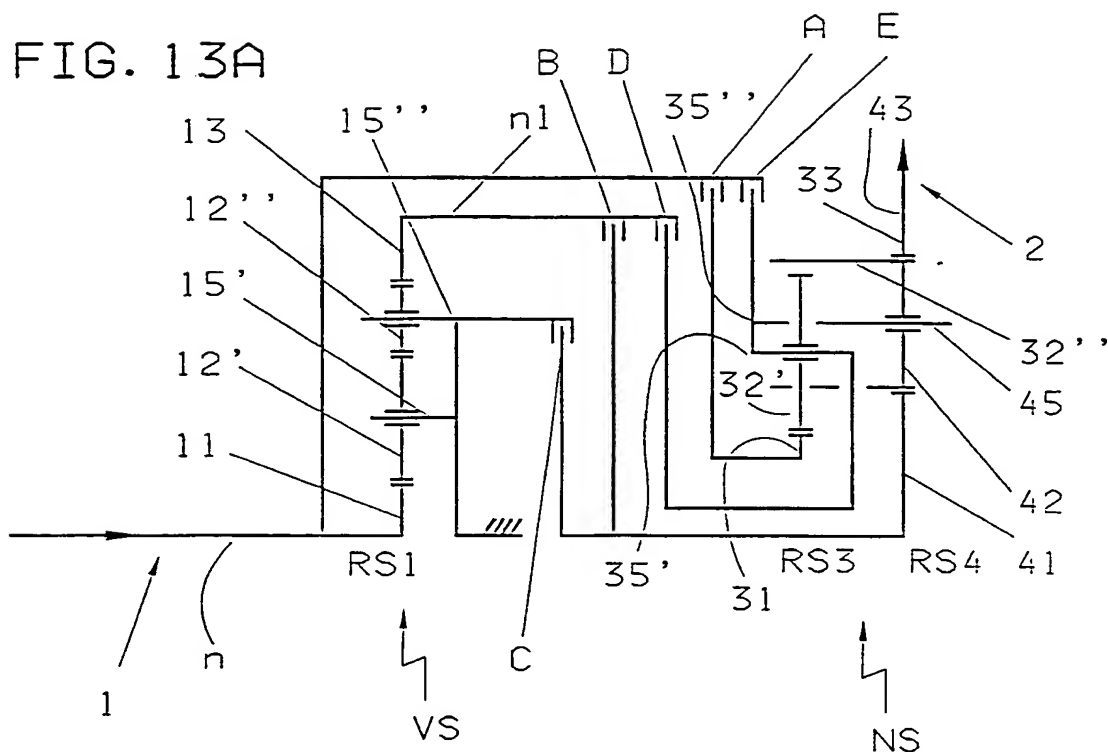


FIG. 13B

GESCHLOSSENE SCHALTELEMENTE

GANG	SCHALTELEMENT					UEBERSETZUNG	GANGSPRUNG (SPREIZUNG 2.7)
	A	B	C	D	E		
1		o		o		2.0	1.33 1.25 1.06 1.07 1.06 1.16 1.15
2			o	o		1.5	
3	o			o		1.2	
4	o		o			1.13	
5	o	o				1.06	
6	o				o	1	
7		o			o	0.86	
8			o		o	0.75	

STANDUEBERSETZUNGEN

$$I_0(RS3) = \div 1.5$$

$$I_0(RS4) = -3.0$$

$$I_0(RS1) = \div 2.0$$

FIG. 14A

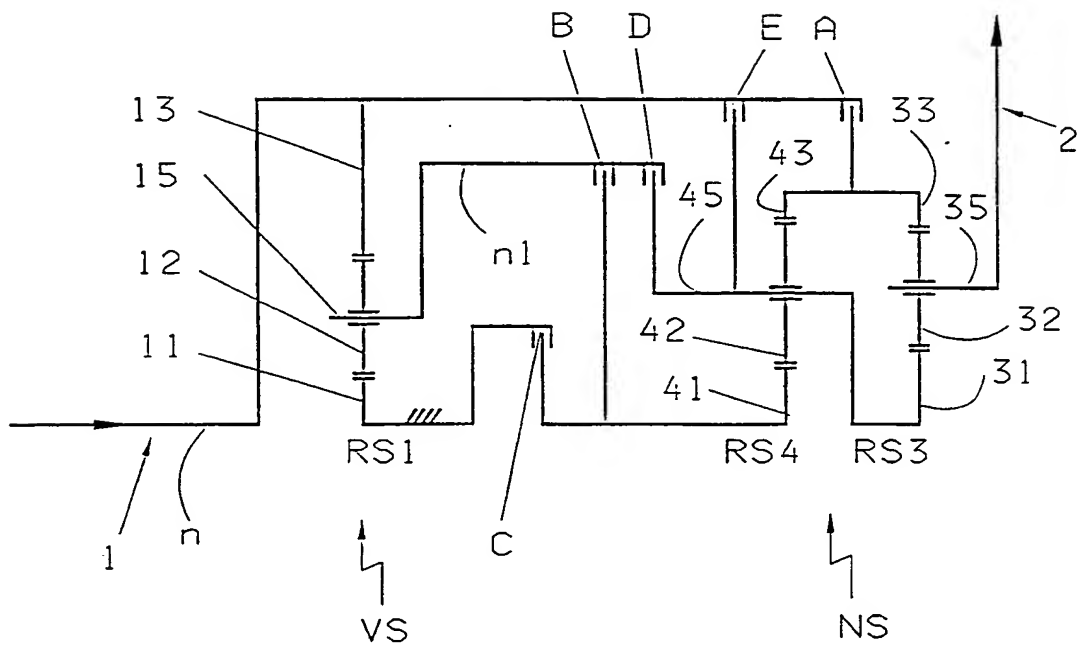


FIG. 14B

GESCHLOSSENE SCHALTELEMENTE

GANG	SCHALTELEMENT					UEBERSETZUNG	GANGSPRUNG (SPREIZUNG 2.0)
	A	B	C	D	E		
1		o		o		1.67	1.21 1.18 1.06 1.06 1.04 1.09 1.11
2			o	o		1.38	
3	o			o		1.17	
4	o		o			1.10	
5	o	o				1.04	
6	o				o	1	
7		o			o	0.92	
8			o		o	0.83	

STANDUEBERSETZUNGEN

$I_0(RS3) = -1.75$
 $I_0(RS4) = -3.0$
 $I_0(RS1) = -1.5$

15/16

FIG. 15A

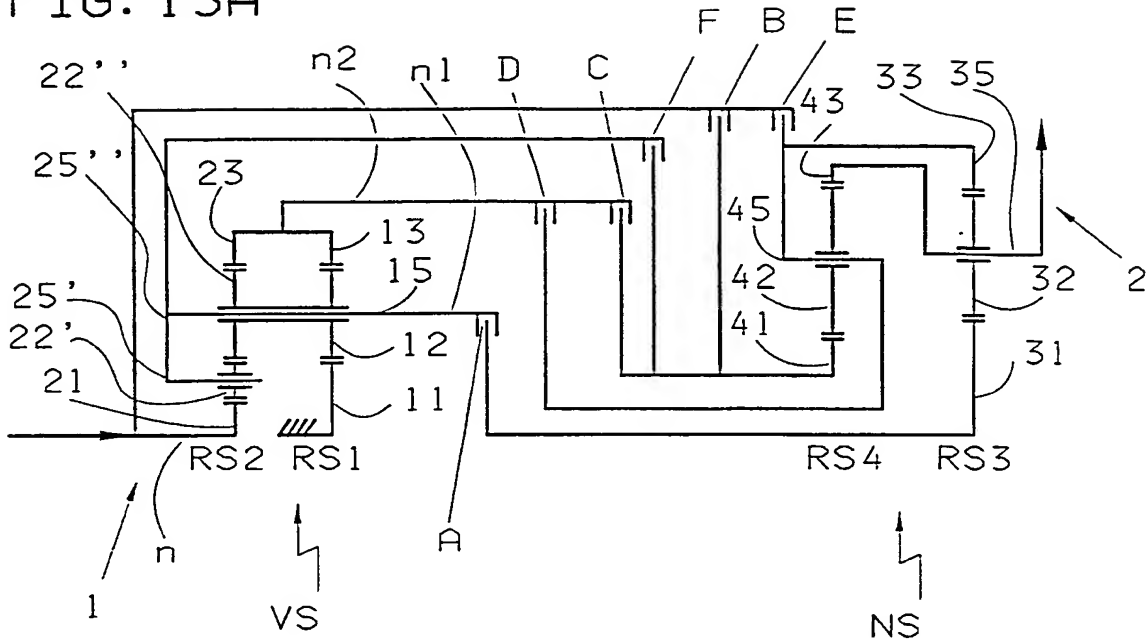


FIG. 15B

GESCHLOSSENE SCHALTELEMENTE

GANG	SCHALTELEMENT						UEBERSETZUNG	GANGSPRUNG (SPREIZUNG 4.1)
	A	B	C	D	E	F		
1		o		o			3.28	1.36
2				o		o	2.41	1.30
3			o	o			1.86	1.15
4	o			o			1.62	1.11
5	o		o				1.46	1.14
6	o					o	1.28	1.11
7	o	o					1.15	1.07
8	o				o		1.08	1.08
9		o		o	o		1	1.11
10				o	o	o	0.90	1.11
11			o		o		0.81	1.11

STANDUEBERSETZUNGEN

$$\begin{aligned}
 I_0(RS3) &= -2.0 \\
 I_0(RS4) &= -2.0 \\
 I_0(RS1) &= -2.2 \\
 I_0(RS2) &= +1.9
 \end{aligned}$$

16/16

FIG. 16A

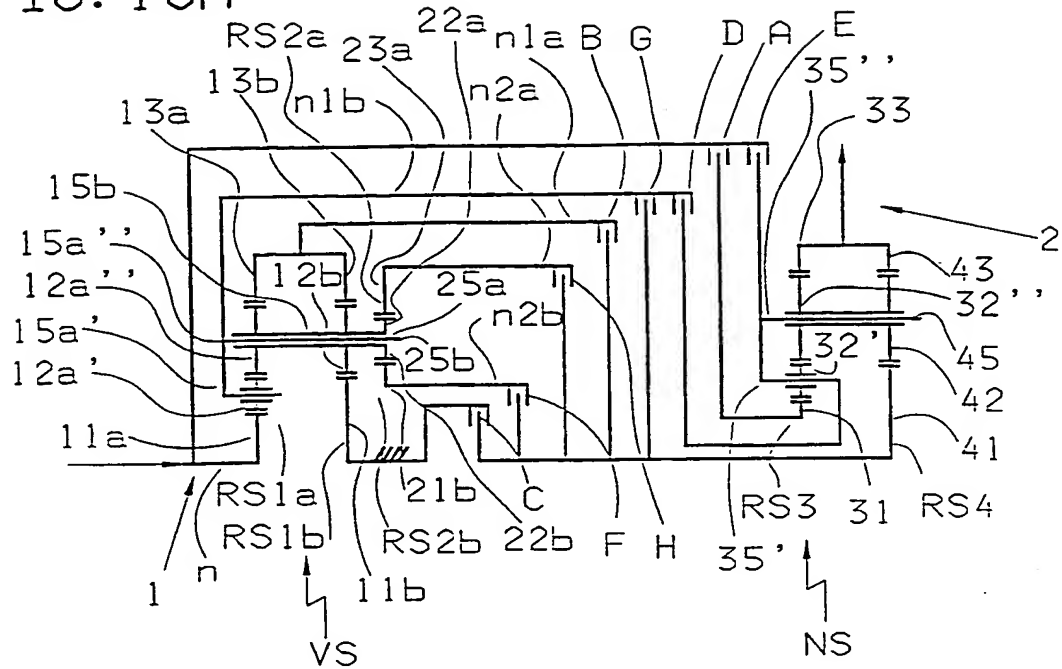


FIG. 16B

GESCHLOSSENE SCHALTELEMENTE

GANG	SCHALTELEMENT							
	A	B	C	D	E	F	G	H
1		o		o				
2				o				o
3				o			o	
4				o		o		
5			o	o				
6	o			o				
7	o		o					
8	o					o		
9	o						o	
10	o							o
11	o	o						
12	o				o			
13		o			o			
14					o			o
15					o		o	
16			o		o	o		
17		o		o	o			

STANDUEBERSETZUNGEN
 $I_0(RS3) = +2.0$
 $I_0(RS4) = -2.4$
 $I_0(RS1a) = +2.0$
 $I_0(RS1b) = -1.5$
 $I_{2b/22a,b} = 1.75$

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP 00/09993

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 F16H3/66

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 F16H

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	EP 0 433 619 A (FORD) 26 June 1991 (1991-06-26) column 8; figures 5,6	1
A	GB 2 103 736 A (Z.F.) 23 February 1983 (1983-02-23) page 3, line 64 - line 68; figures 7,8	1
A,P	EP 0 997 663 A (AISIN AW) 3 May 2000 (2000-05-03) page 5 -page 7; figures 1,3	1
A	EP 0 434 525 A (LEPELLETIER) 26 June 1991 (1991-06-26) cited in the application abstract; figure 1	1

☐ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents :

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance: the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance: the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- *G* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

15 February 2001

Date of mailing of the international search report

22/02/2001

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Flores, E

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP 00/09993

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 0433619 A	26-06-1991	US 5039305 A DE 69011823 D DE 69011823 T	13-08-1991 29-09-1994 05-01-1995
GB 2103736 A	23-02-1983	DE 3131138 A BR 8204599 A CA 1193112 A	24-02-1983 26-07-1983 10-09-1985
EP 0997663 A	03-05-2000	JP 2000199549 A	18-07-2000
EP 0434525 A	26-06-1991	FR 2656055 A DE 69010472 D DE 69010472 T JP 4219553 A US 5106352 A	21-06-1991 11-08-1994 16-03-1995 10-08-1992 21-04-1992

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 00/09993

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 7 F16H3/66

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 F16H

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	EP 0 433 619 A (FORD) 26. Juni 1991 (1991-06-26) Spalte 8; Abbildungen 5,6 ---	1
A	GB 2 103 736 A (Z.F.) 23. Februar 1983 (1983-02-23) Seite 3, Zeile 64 - Zeile 68; Abbildungen 7,8 ---	1
A,P	EP 0 997 663 A (AISIN AW) 3. Mai 2000 (2000-05-03) Seite 5 -Seite 7; Abbildungen 1,3 ---	1
A	EP 0 434 525 A (LEPELLETIER) 26. Juni 1991 (1991-06-26) in der Anmeldung erwähnt Zusammenfassung; Abbildung 1 -----	1



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

A Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

E älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

L Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

O Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

P Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

T Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden

Y Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

G Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

15. Februar 2001

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

22/02/2001

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Flores, E

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 00/09993

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 0433619 A	26-06-1991	US 5039305 A	13-08-1991
		DE 69011823 D	29-09-1994
		DE 69011823 T	05-01-1995
GB 2103736 A	23-02-1983	DE 3131138 A	24-02-1983
		BR 8204599 A	26-07-1983
		CA 1193112 A	10-09-1985
EP 0997663 A	03-05-2000	JP 2000199549 A	18-07-2000
EP 0434525 A	26-06-1991	FR 2656055 A	21-06-1991
		DE 69010472 D	11-08-1994
		DE 69010472 T	16-03-1995
		JP 4219553 A	10-08-1992
		US 5106352 A	21-04-1992

JAPAN PATENT OFFICE

It is hereby, certified that the trade mark indicated below page is the same as the trade mark registered in the Register of Japan Patent Office.

Date of Registration: September 18, 1998

Registration Number: Trade Mark Registration No. 4188550

Expiry Date: September 18, 2008

Owner(s) of Trade Mark Right: TOYOTA JIDOSHA KABUSHIKI KAISHA

Designated goods and/or services and class(es) of the classification of goods or Services:

【Applied law】

Trademark Law in 1991

Class 12 water vehicles and parts and fittings thereof
(excluding air cushion vehicles), air vehicles and
parts and fittings thereof, motor cars and parts and
fittings thereof

June 12, 2003

Commissioner, Shinichiro Ota
Japan Patent Office

Issuance No.: 2003-9000772

THS

Issuance No. : 2003-9000772